

中央環境審議会大気環境部会
自動車排出ガス専門委員会
ヒアリング資料

大気モデルWG補足説明資料

JCAPにおける大気研究の概要

平成13年9月6日

大気モデルWG

内 容

- ◆研究体制
- ◆自動車からの排出量推計
- ◆都市域大気予測モデル
- ◆沿道大気予測モデル
- ◆大気観測

JCAPにおける大気研究の体制

JCAP 大気モデルWG

大気モデル研究グループ

- ・ (財) 日本自動車研究所
- ・ (株) 豊田中央研究所
- ・ 日産自動車 (株)
- ・ PEC基盤技術研究所

⇕ 協力・支援

- ・ 国立環境研究所
- ・ 産業技術総合研究所
- ・ 大学

⇕ 協力・支援

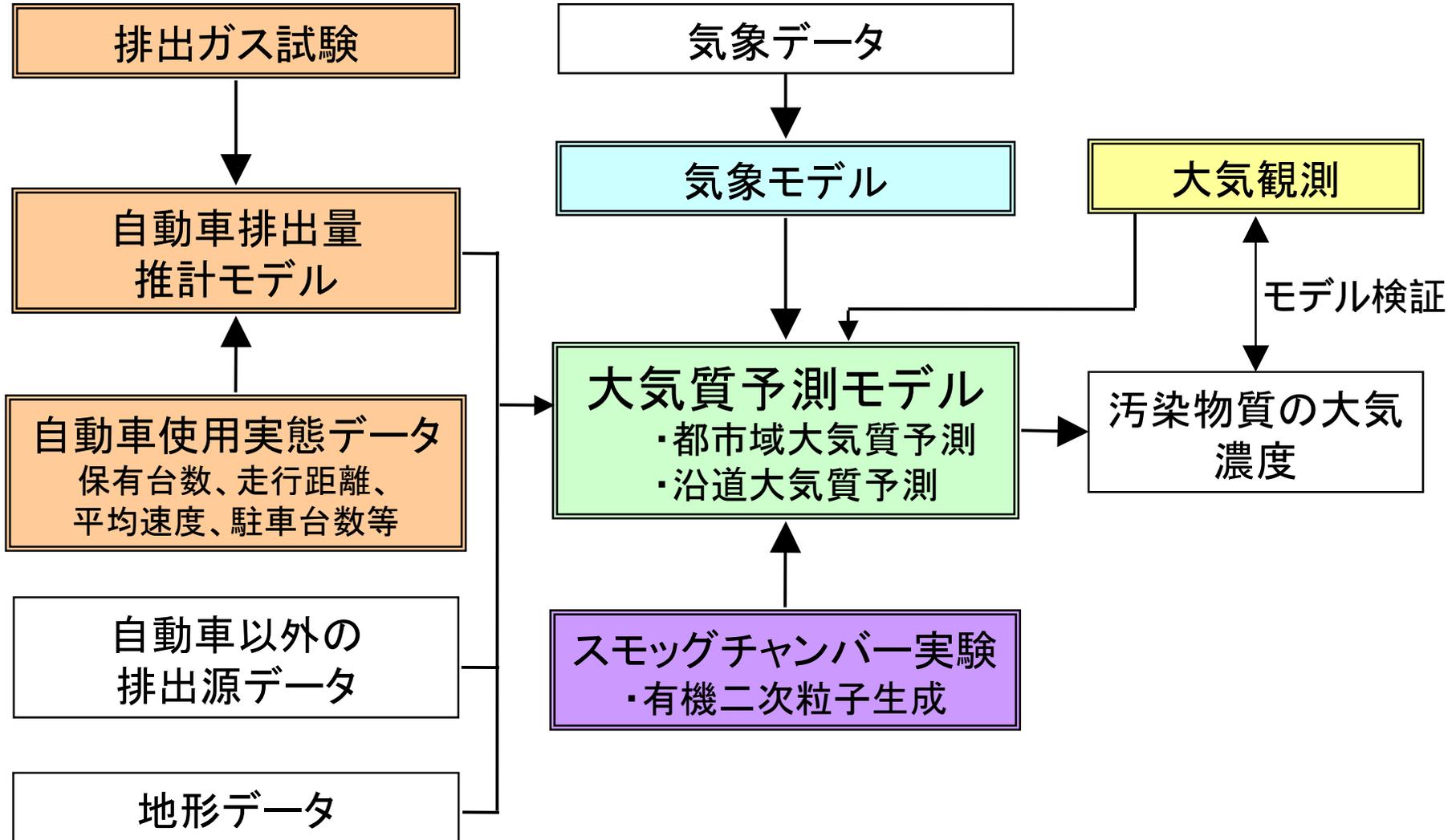
自治体の研究機関等

⇕ 委託・外注

協力会社

- 自動車以外の排出量推計
- 使用実態調査
- 将来予測 (交通量、保有台数)
- 大気観測

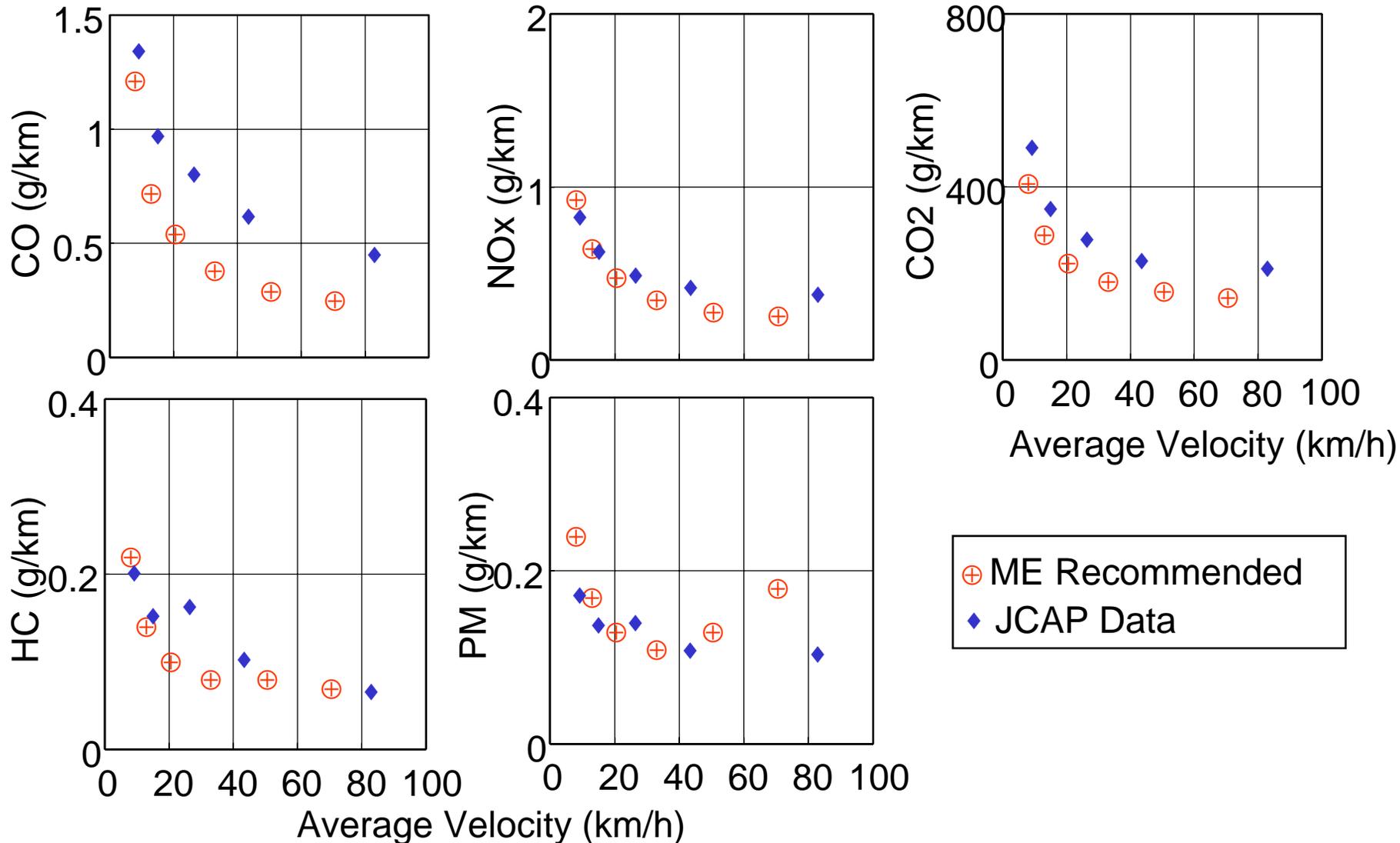
主な研究項目



 : JCAPにおける主な研究項目

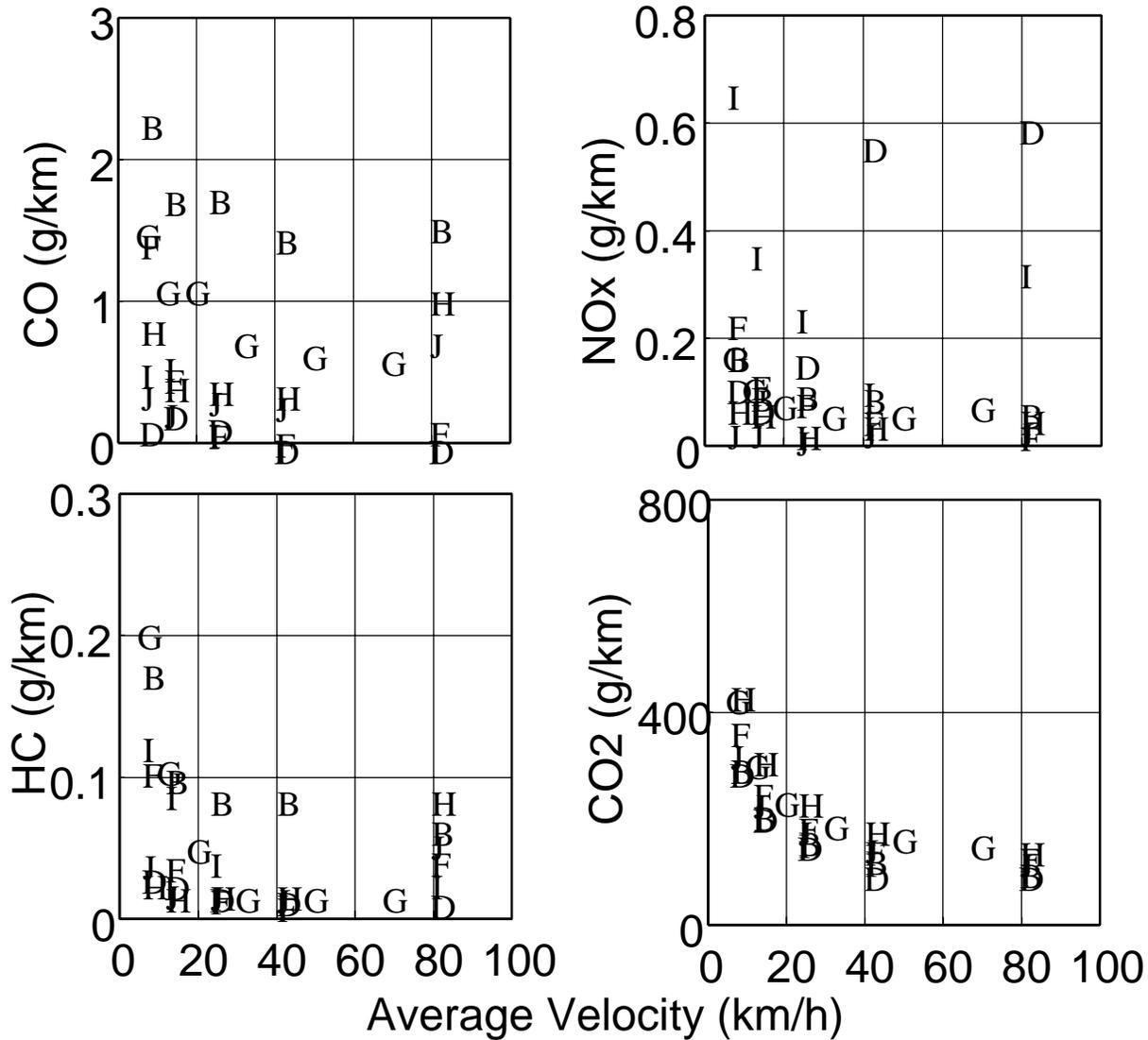
排出係数 (JCAPデータと環境省原単位の比較) -1-

(Diesel Passenger Car)



排出係数 (JCAPデータと環境省原単位の比較) -2-

(Gasoline Passenger Car)



- GME Recommended
- J GV01
 - H GV02
 - B GV03
 - D GV06(lean burn)
 - I GV07(lean burn)
 - F GV08

将来における走行量・車両保有数の予測

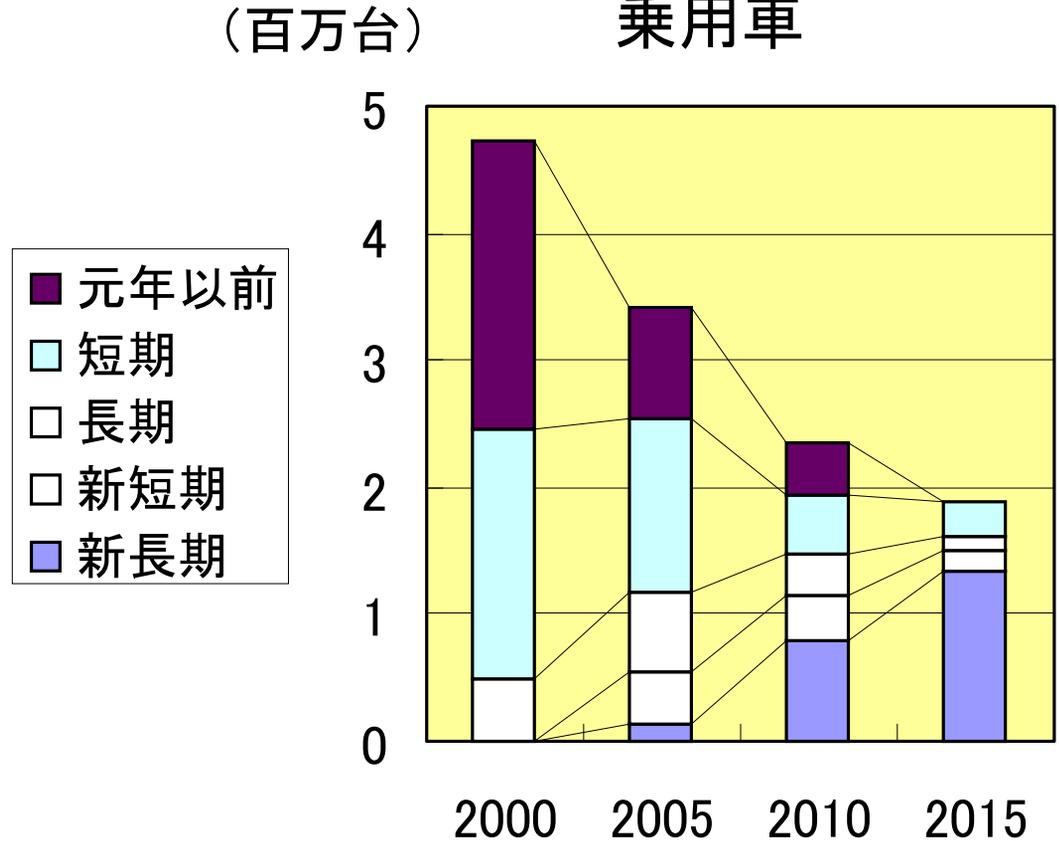
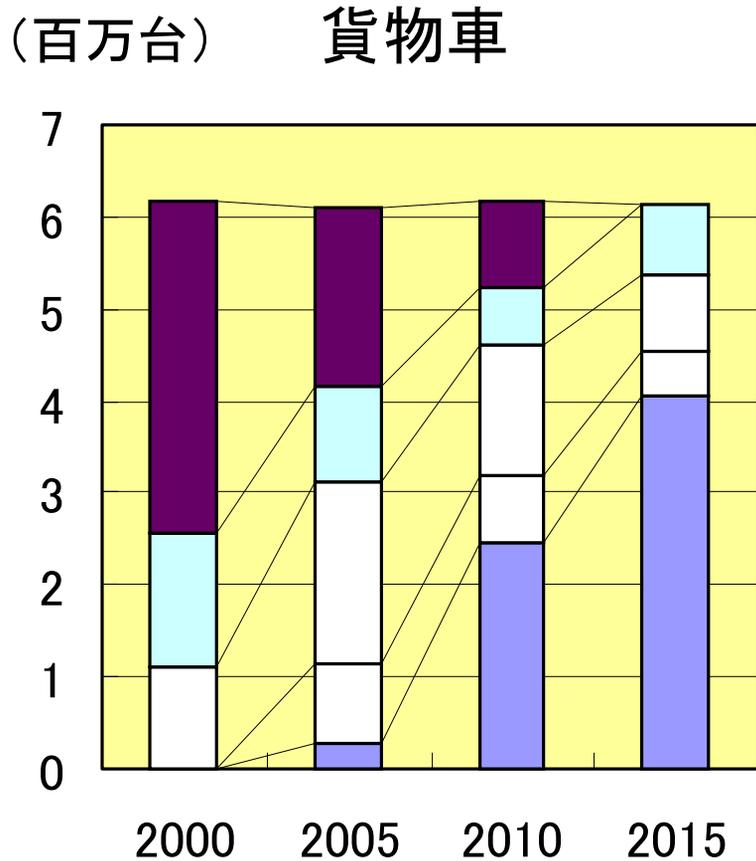
◆ 将来における走行量の予測

- ① 1988年の東京PT調査をもとに自動車ODを推計
- ② 推計されたODデータをもとに、経済成長率、社会構造変化、道路ネットワークなどを考慮し、交通需要予測モデル(4段階推定法)により、1988年と2020年における路線別の交通量を予測
- ③ 交通需要予測モデルにより得られた1988年と2020年の交通量データと最新の交通センサスデータを用いて、2000年及び2015年の交通量を推計

◆ 車両保有数の予測

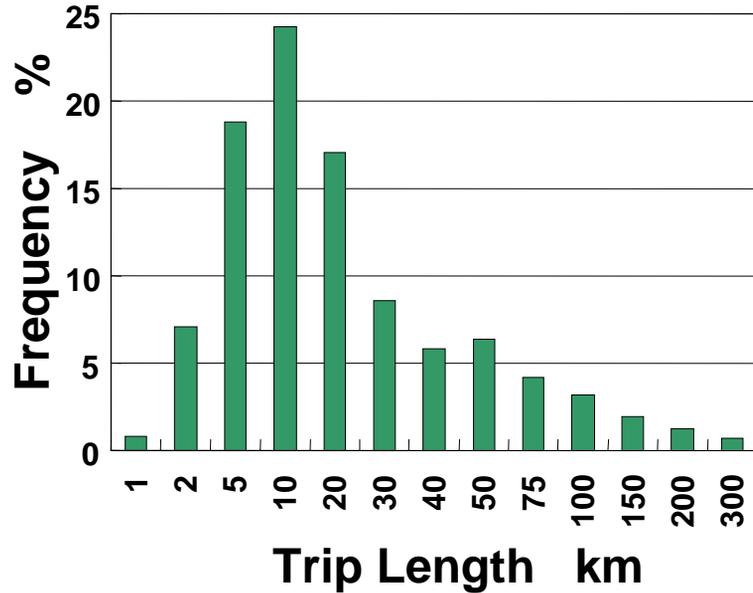
- 将来車両保有台数は、経済成長率、燃費規制、保有台数トレンド、社会構造変化等をもとに予測した。

ディーゼル車規制別保有台数推移 (全国)

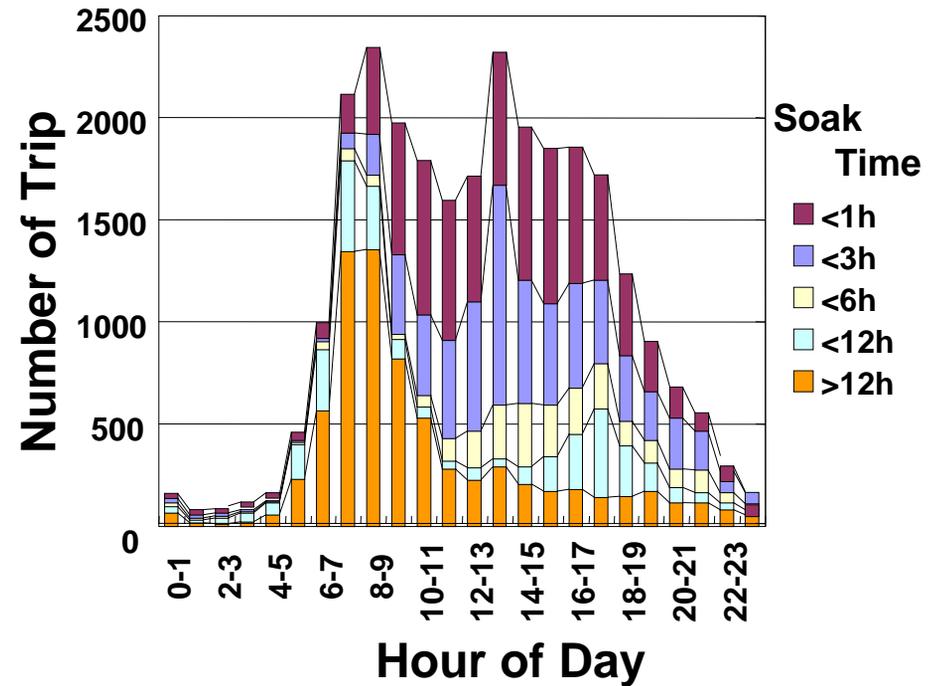


自動車の使用実態調査結果の例

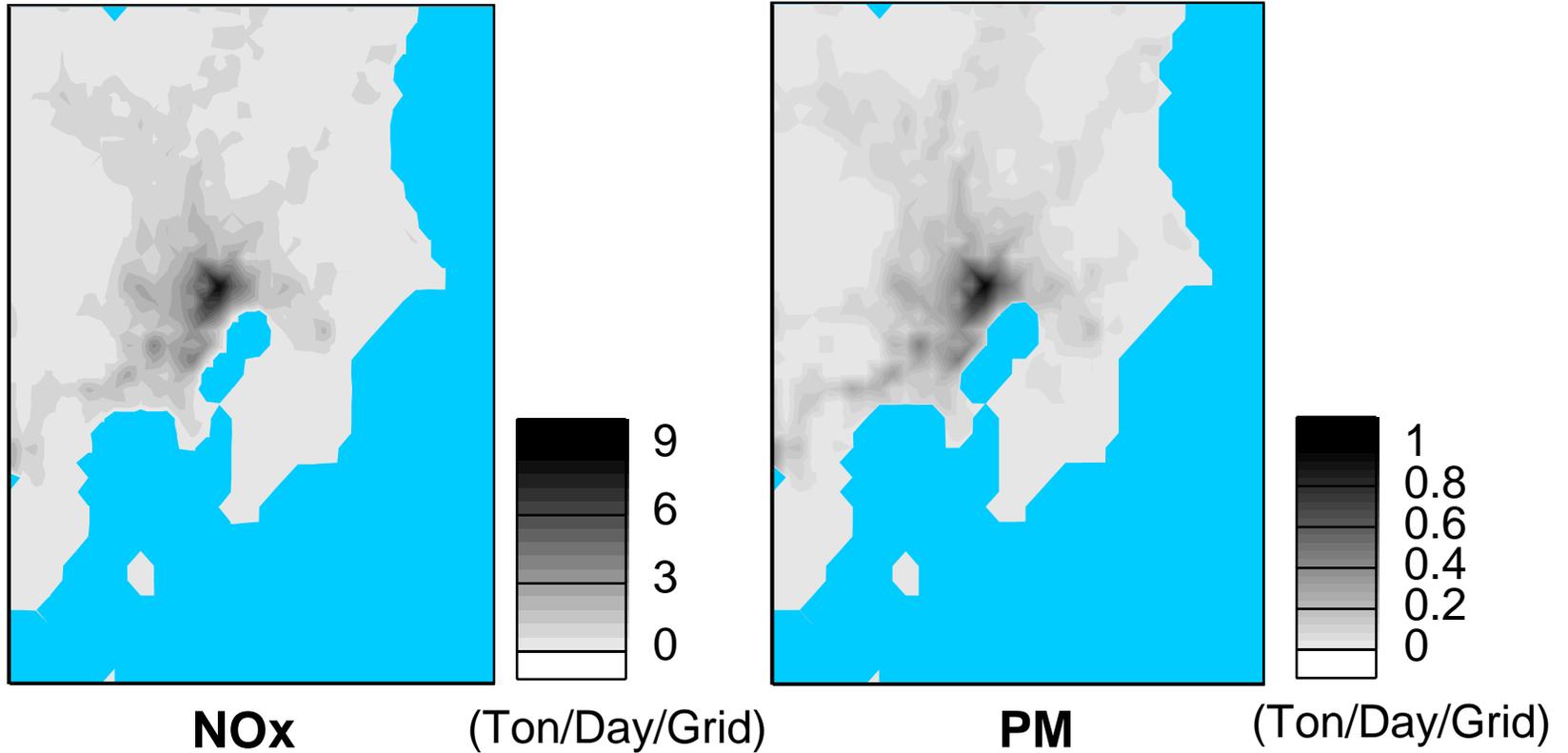
トリップ長の分布



始動、ソーク時間の分布



排出量推計結果の例－1

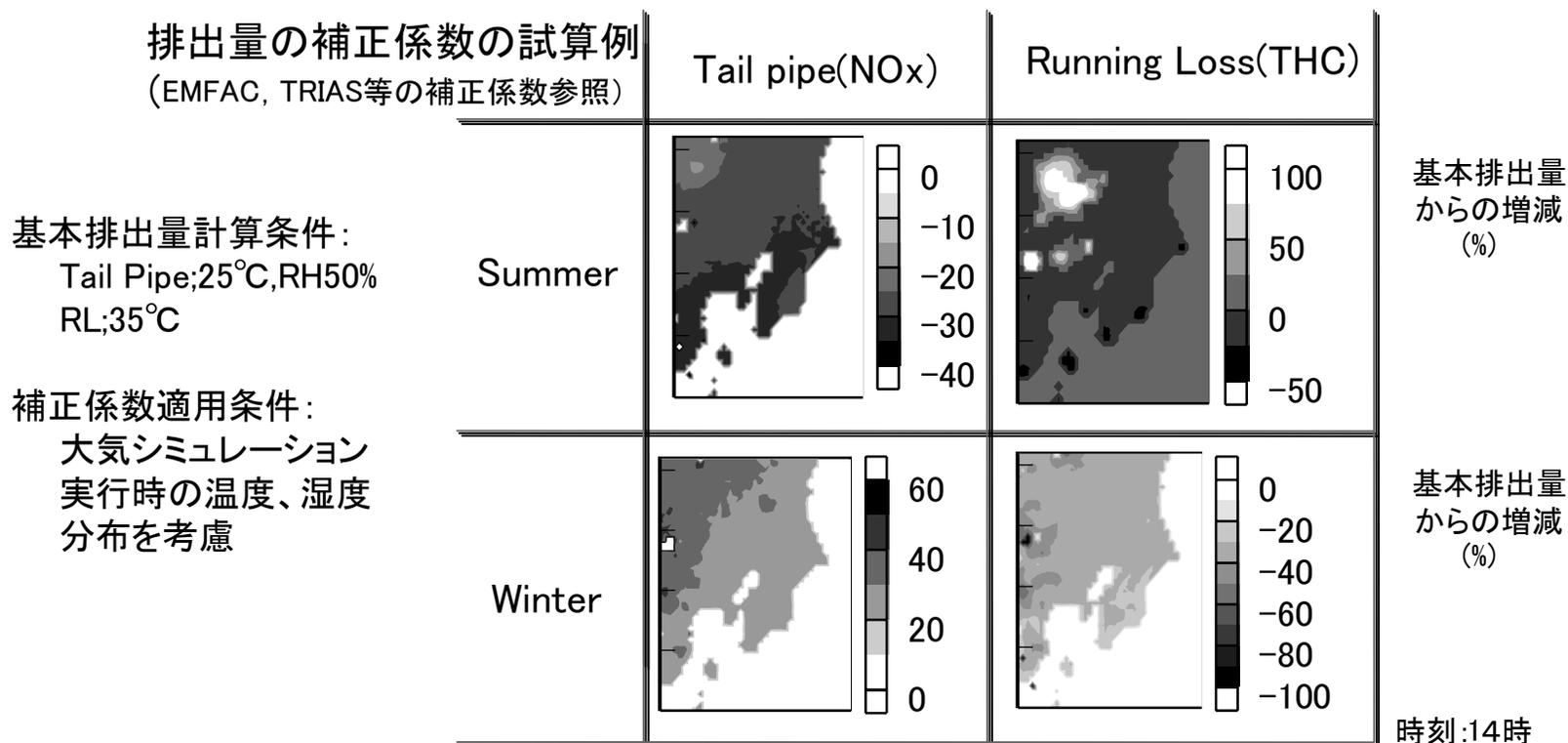


排出量推計結果の例－2

広域排出量推計

対象排出過程 テールパイプ(ホット, コールド), 蒸発ガス(RL, DBL, HSL)

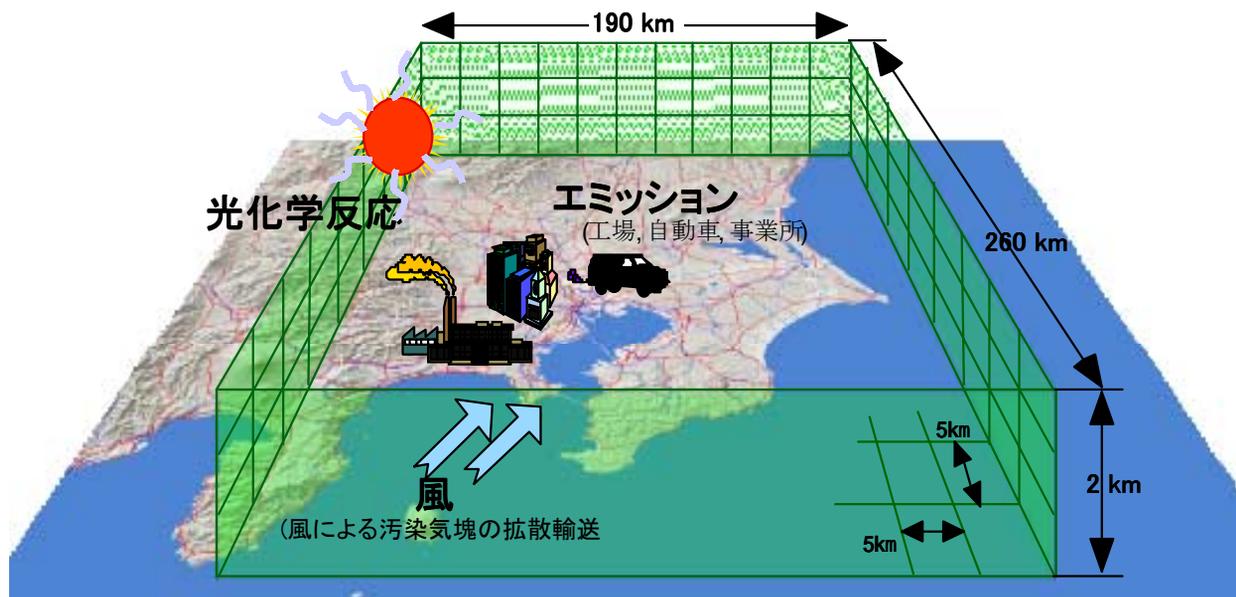
補正係数考慮 温度補正, 湿度補正, ソーク時間補正等



この試算例では、既存の補正係数(TRIAS、米国EMFAC)を適用

今後、JCAPガソリンWGの補正係数試験結果(温度補正、ソーク時間補正等)を反映予定

都市域大気質予測モデルの全体像



- 大気中における汚染物質の排出、移流拡散、化学反応による生成、沈着等の物理、化学現象を数値計算により予測

都市域大気質予測モデル

◆ 移流・拡散モデル

- CIT(California Institute of Technology) モデル
- UAM-IV (Urban Airshed Model、US-EPAの公認モデル)
- UAM- AERO(UAMに二次粒子のモデルを追加したモデル)
をベースに日本の環境条件に適合するよう改良

◆ 気象モデル

- NIRE Mesoscale Model(産業技術総合研究所が開発したモデル)
- RAMS(Regional Atmospheric Modeling System)

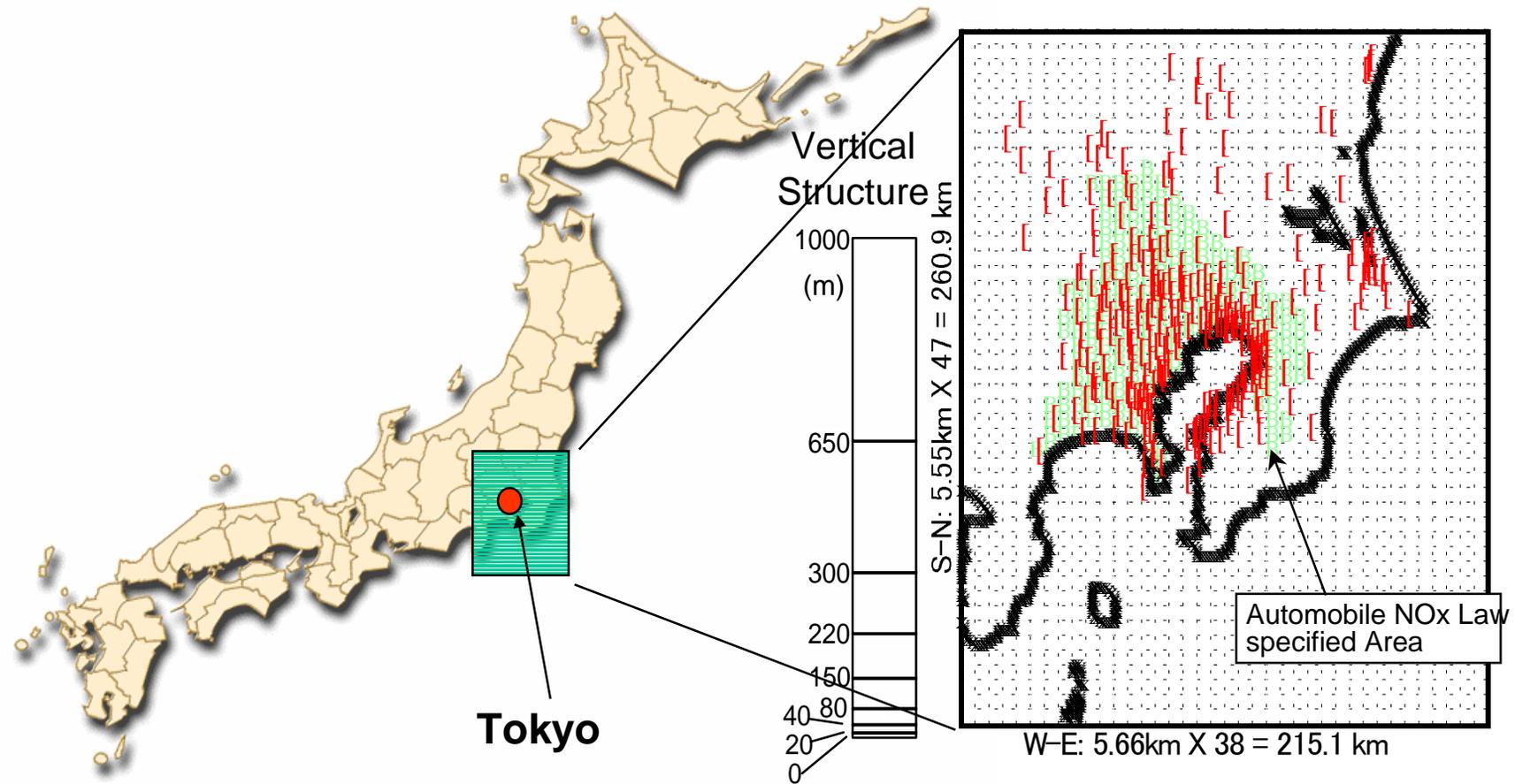
◆ 予測対象物質

- O_3 , NO_2 , SPM(無機、有機二次粒子を含む)

予測対象領域

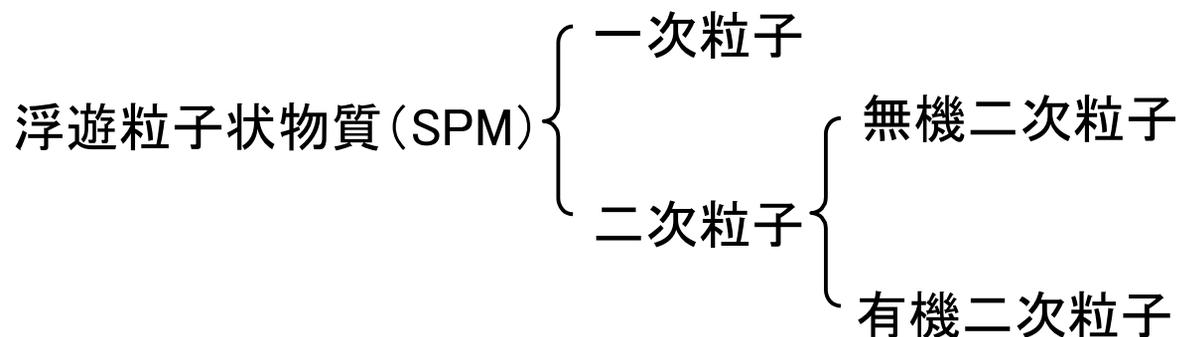
関東平野を対象に予測を実施

計算格子の例(CITモデル、冬期)

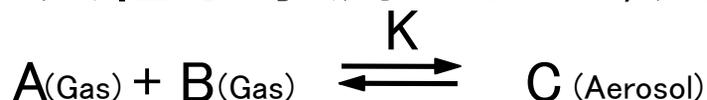


■ : 大気汚染常時監視測定局

二次粒子予測モデル



◆ 無機二次粒子予測モデル; 気/固体平衡モデル



$$\text{化学平衡定数 } K = \alpha \exp\{\beta(T)\}$$

◆ 有機二次粒子モデル: Pandisらのモデルを基に改良

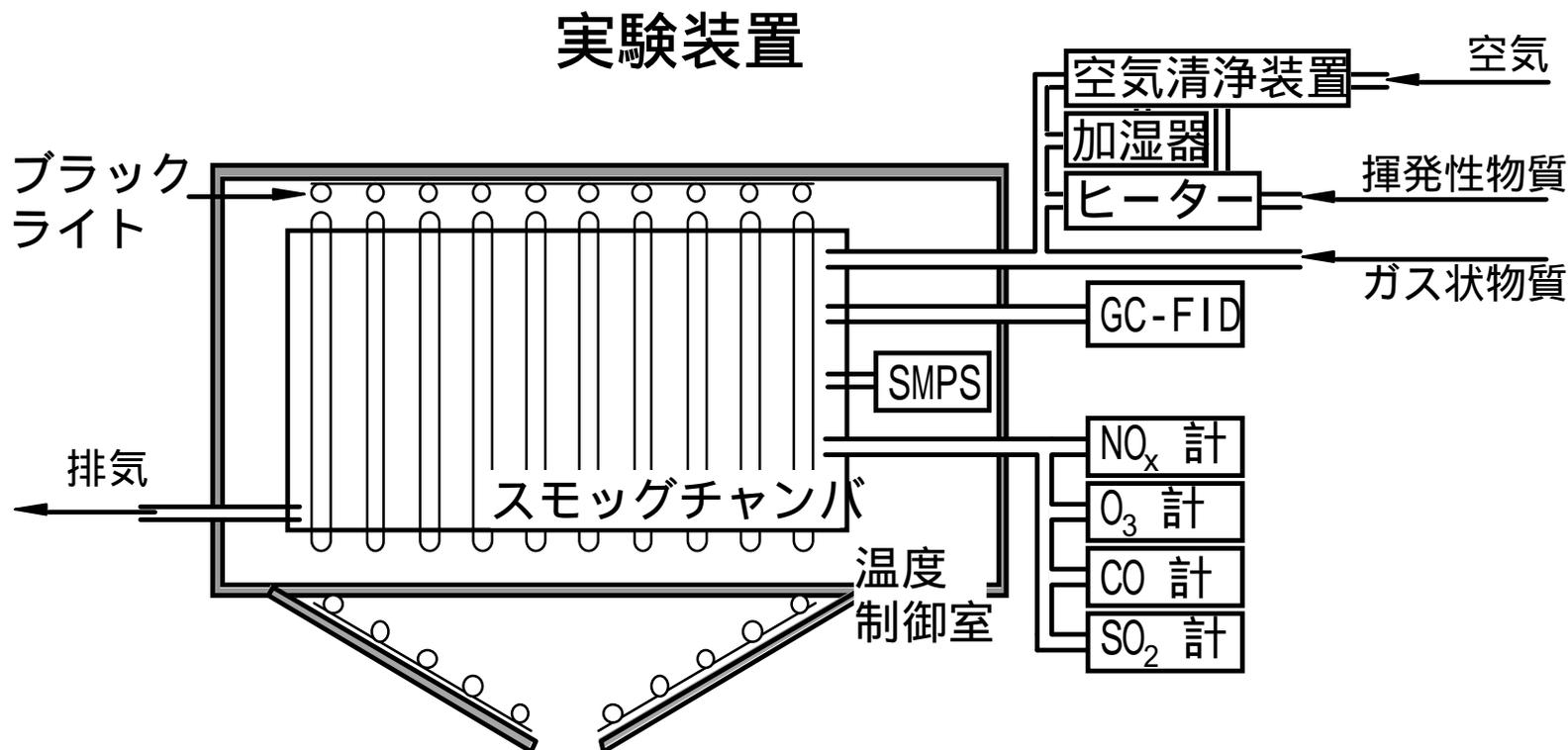
$$\Delta M_0 = Y \Delta ROG$$

Y: 粒子収率 (チャンバー実験より算出)

ΔROG : 有機化合物反応濃度

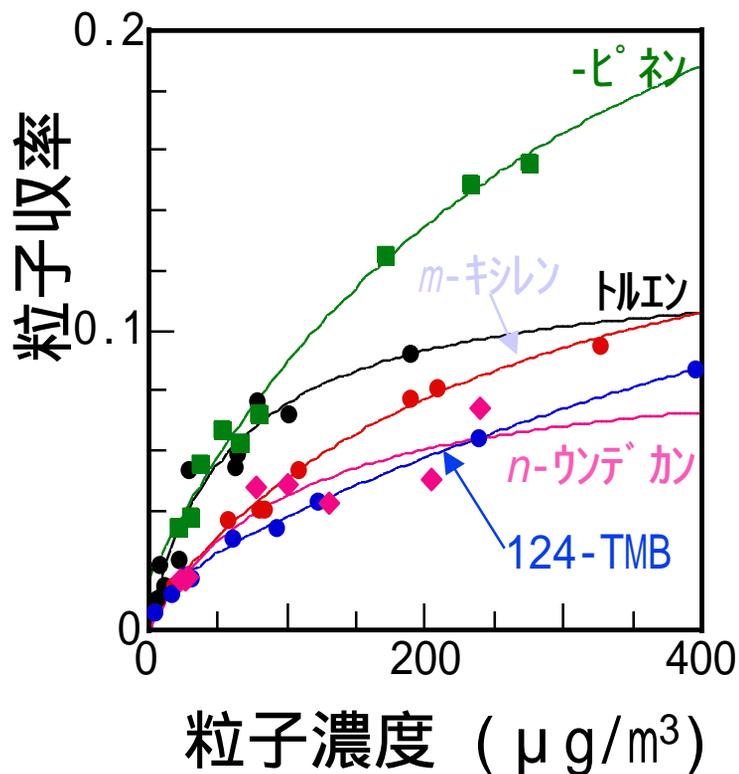
有機二次粒子生成モデルの構築

チャンバー実験により、主要炭化水素の二次粒子生成能（粒子収率）を測定し、それをもとに三次元シミュレーションモデルに組み込む有機二次粒子生成モデルを構築



有機二次粒子生成モデル

主要炭化水素の有機二次粒子生成収率



実験条件：303K, 60%RH

基本モデル

$$\text{粒子収率} = M_0 \sum_i K_i (1 + K_i M_0)$$

M_0 ; 粒子濃度

i ; 半揮発性反応生成物 i の収率

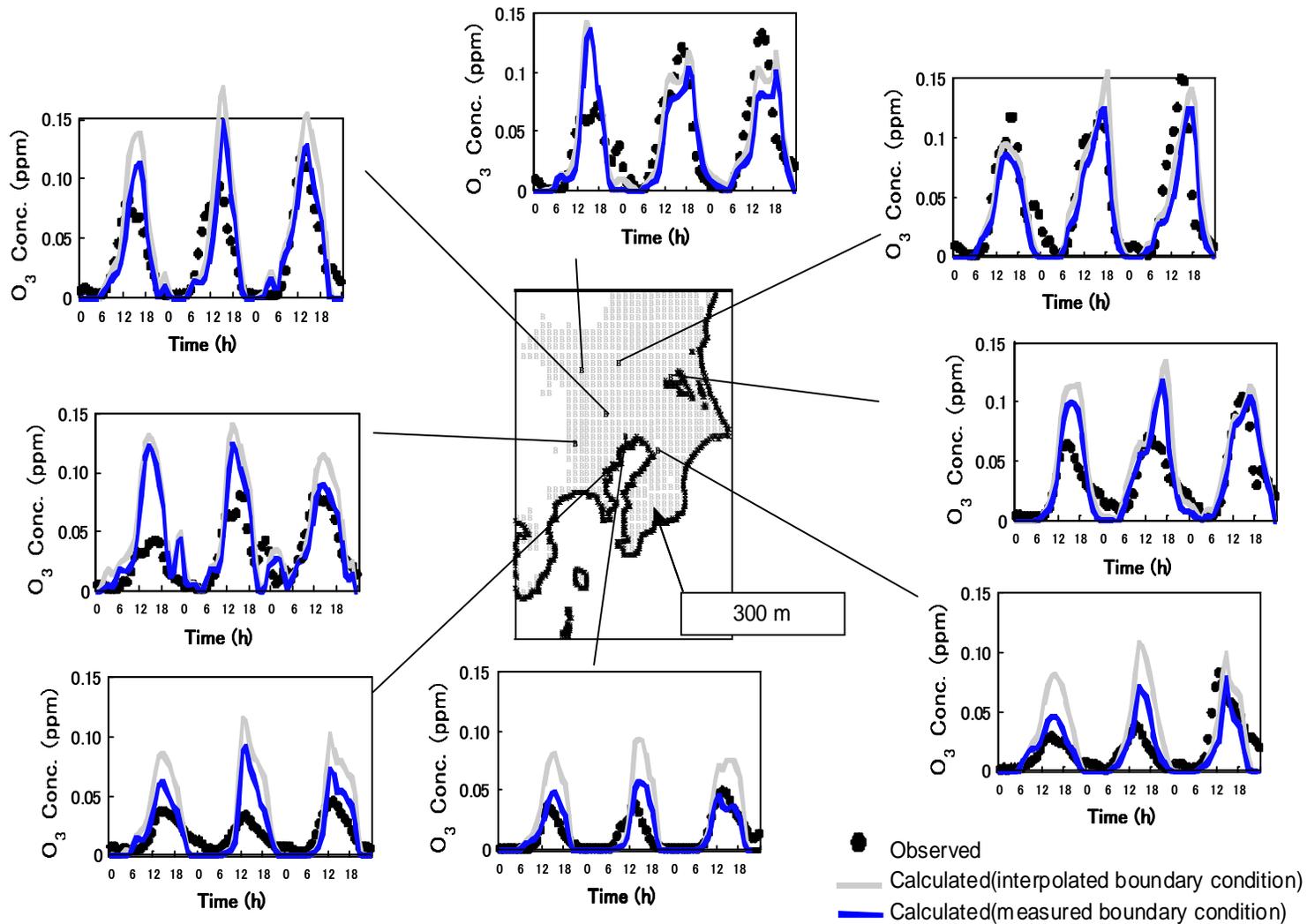
K_i ; i のガス/粒子分配定数

	K_1	K_2	K_2
トルエン	0.112	0.0153	0.004
m-キシレン	0.168	0.0038	0.004 1.53
124-TMB*	0.262	0.0009	0.019 0.061
-ピネン	0.316	0.0030	0.017
n-ウンデカン	0.092	0.0095	

*トリメチルベンゼン

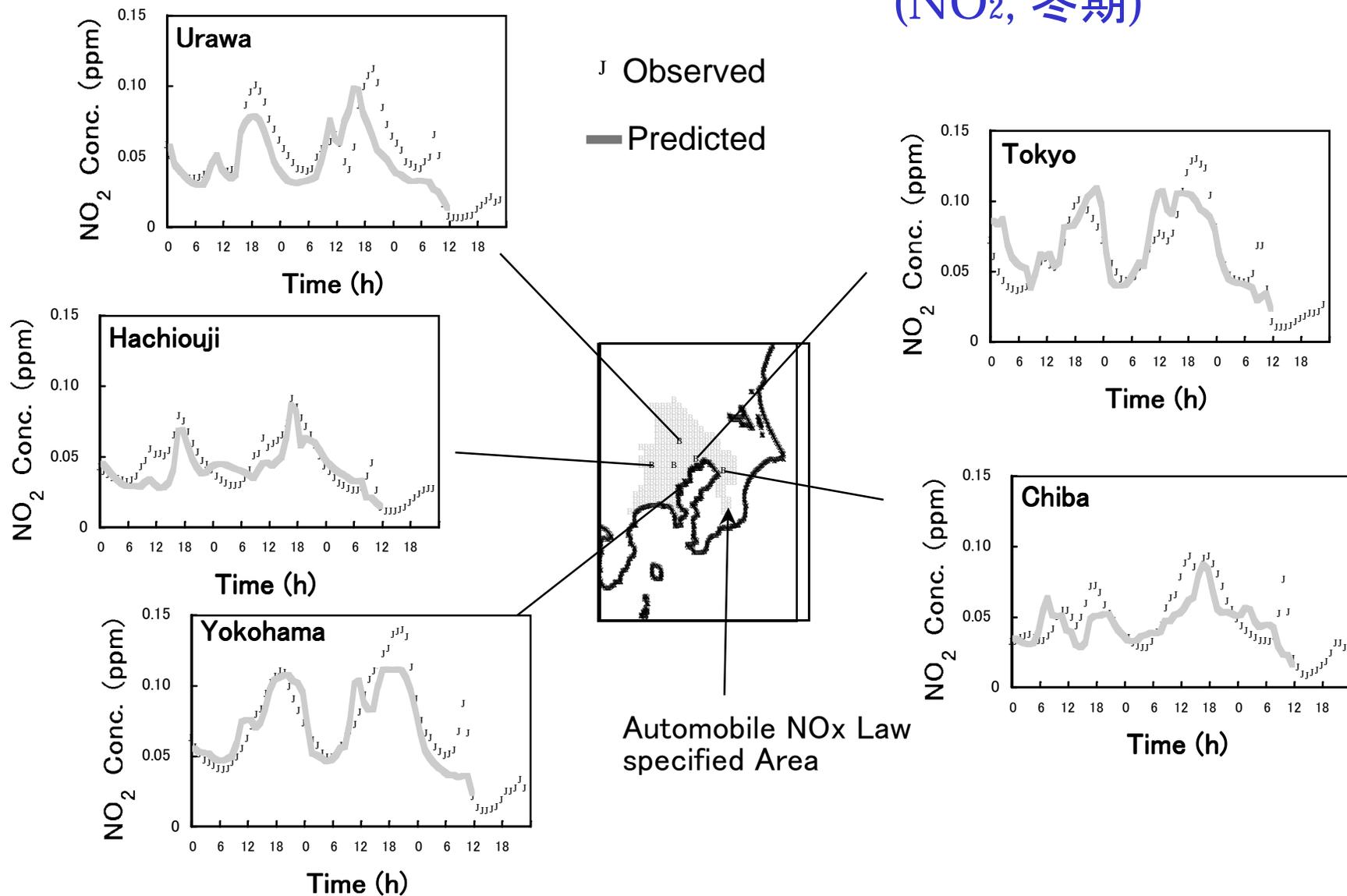
モデルの現況再現性－1

(O₃, 夏期)



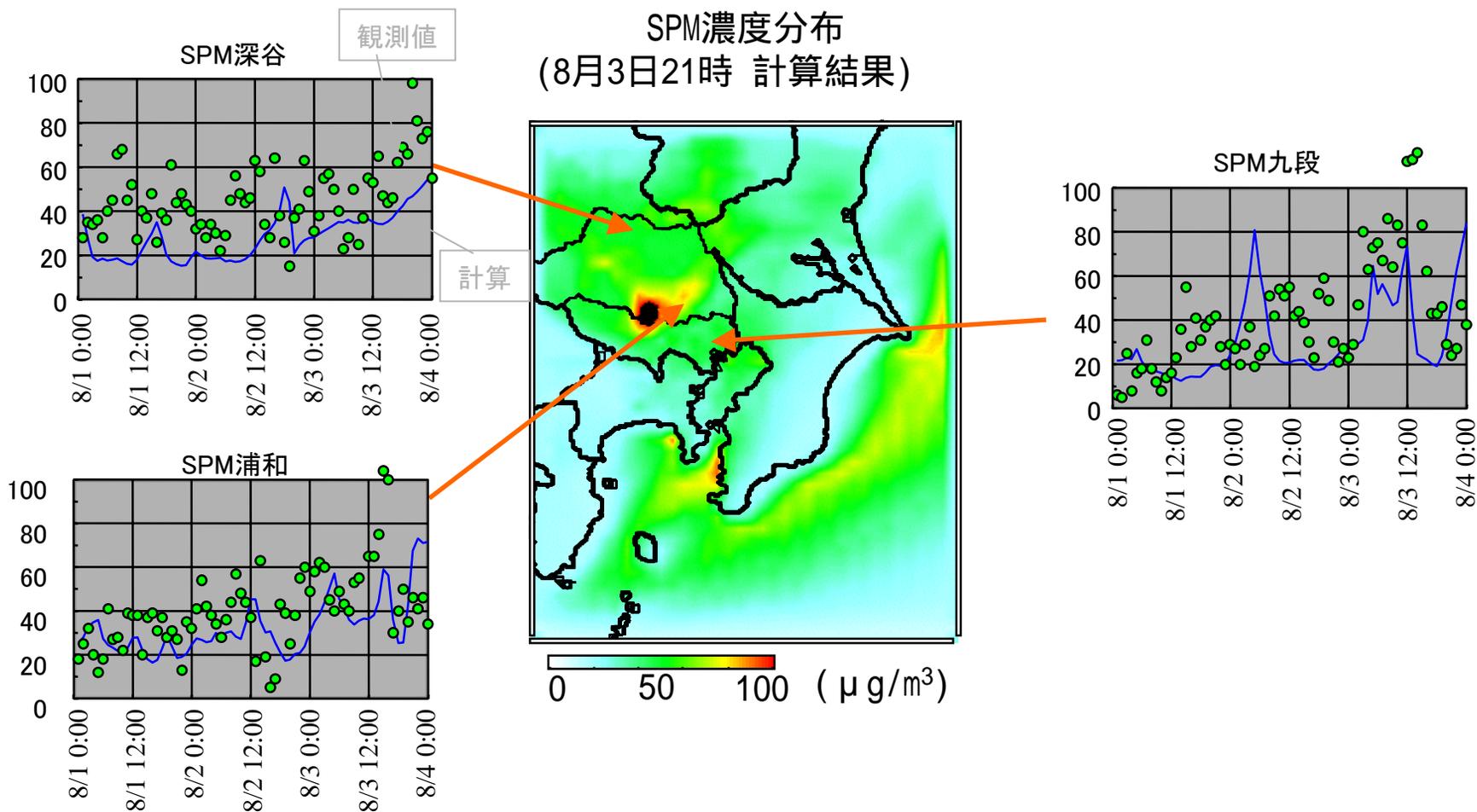
モデルの現況再現性－2

(NO₂, 冬期)



モデルの現況再現性－3

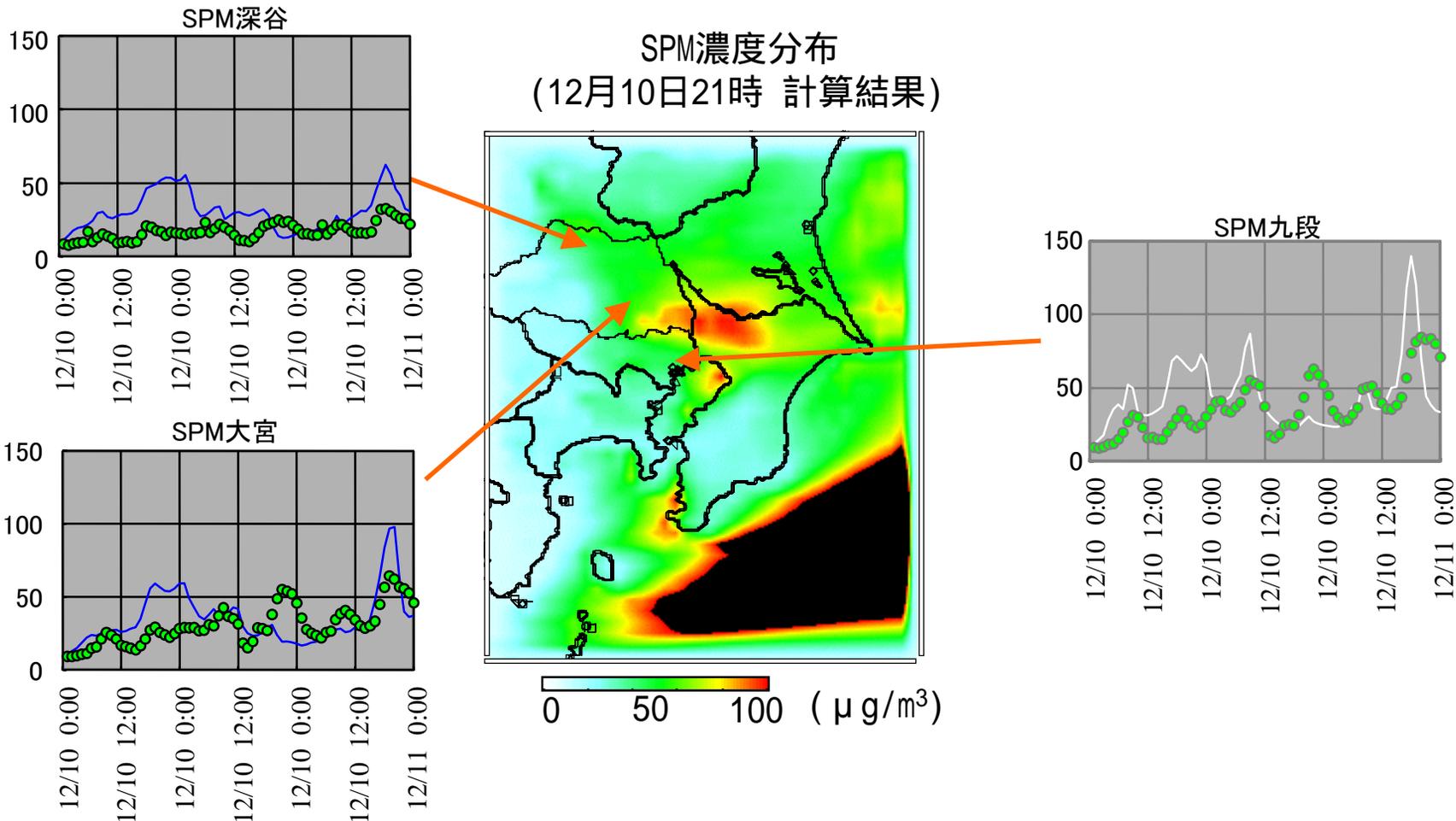
(二次粒子を含むSPM濃度予測-夏期-)



計算結果は全体的にやや過小評価の傾向

モデルの現況再現性－4

(二次粒子を含むSPM濃度予測-冬期-)



計算結果はピーク濃度時にやや過大になる傾向あり

モデルの予測精度評価

	EPA Recommended Ranges	O ₃ (Summer)			NO ₂ (Winter)
		UAM	CIT	NIES model	CIT
NGE	< 0.3 ~ 0.35	0.240	0.235	0.261	0.302
NGB	< ±(0.05 ~ 0.15)	0.067	0.049	0.049	-0.006
HPA	< ±(0.15 ~ 0.2)	0.046	0.119	0.144	0.157

$$\text{NGE : Normalized Gross Error} = \frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^H \frac{|C_{obs}(i, j) - C_{cal}(i, j)|}{C_{obs}(i, j)} < 0.30 \sim 0.35$$

$$\text{NGB : Normalized Gross Bias} = \frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^H \frac{C_{obs}(i, j) - C_{cal}(i, j)}{C_{obs}(i, j)} < \pm(0.05 \sim 0.15)$$

$$\text{HPA : unpaired Highest-Prediction Accuracy} = \frac{C_{obs, \max} - C_{cal, \max}}{C_{obs, \max}} < \pm(0.15 \sim 0.20)$$

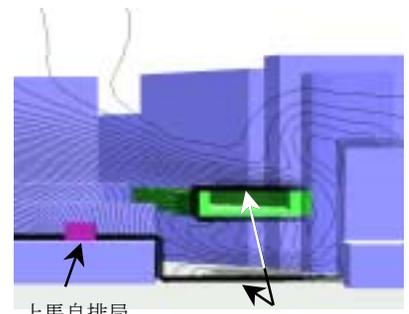
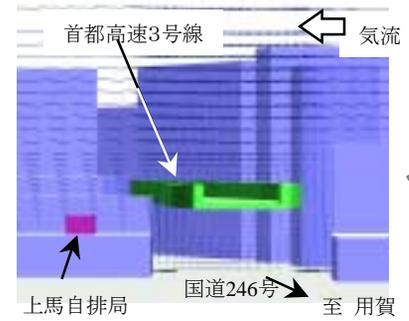
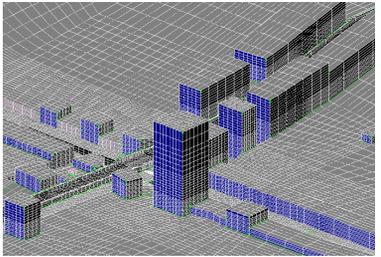
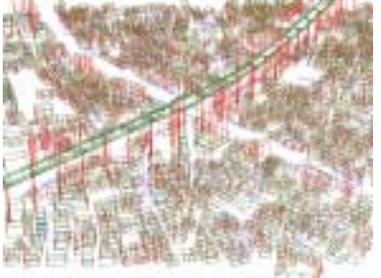
EPAの手法によりモデルの予測精度の評価を実施
いずれの指標も環境評価に使用できるレベルに到達

沿道大気質予測モデル

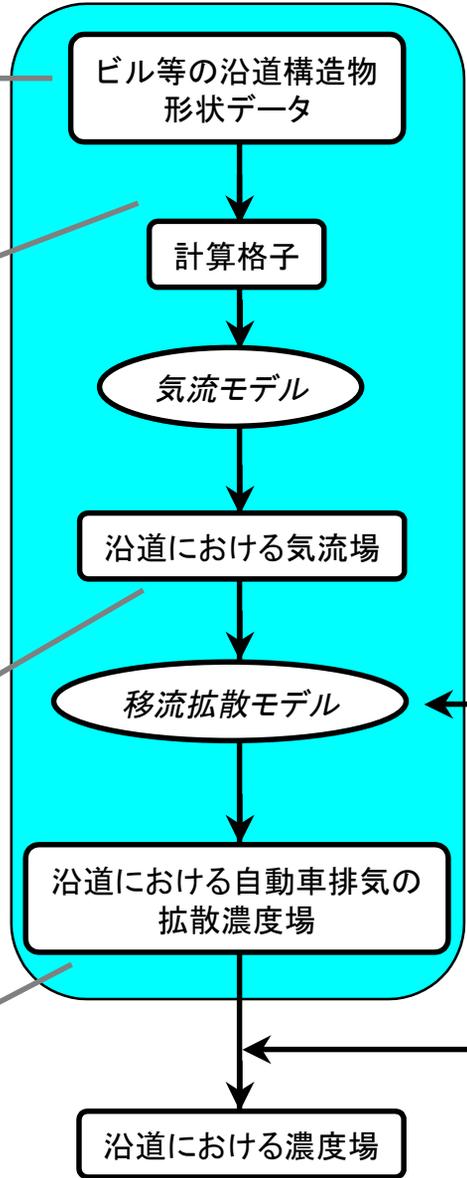
◆ JCAP沿道モデルの特徴

- 対象領域内の個々の車両挙動を再現するミクロスケール交通シミュレーションと、過渡状態の排出量予測モデルを用いて、排出量分布を推計
- 沿道近傍の建物形状等が汚染物質の移流・拡散に及ぼす影響を詳細に表現するため、乱流モデルにはLES(Large Eddy Simulation)を採用
- 多方面からモデルの検証を実施
 - 拡散風洞実験
 - トレーサーガス拡散実験(フィールド調査)
 - 環境濃度測定実験(フィールド調査)

3次元沿道モデル

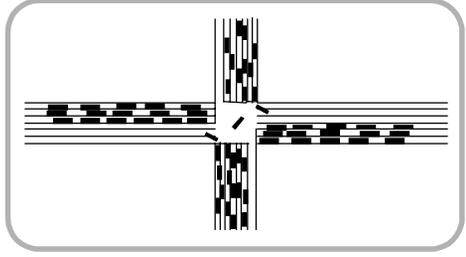


路面近傍で排出されたガスがストリートキャニオン内を拡散



沿道の交通パラメータ
(道路レイアウト、
信号設定、交通量、etc.)

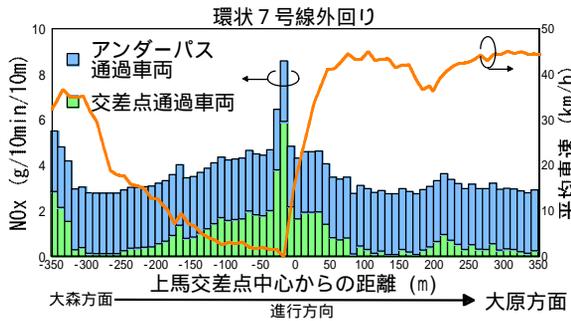
ミクروسケール
交通流モデル



沿道における交通流
(一秒毎の全車両の位置、速度、加速度)

過渡排出係数

沿道における排気排出量の分布



広域モデルによる
バックグラウンド濃度

ミクروسケール交通シミュレーション

TRAF-NETSIM

連邦道路庁(FHWA)の委託で米国KLD社が開発したソフトを改良して使用

入力データ 道路要素の幾何形状(道路延長, 車線数, 立体交差)
 交通制御装置(信号現示パターン, 時間等)
 車両諸元(全長, 最大加速度等)
 運転者挙動(交差点直進右左折率等)
 流入交通量(台数・車種構成比率)
 バス挙動(ルート, バス停位置, 通行頻度等) etc.

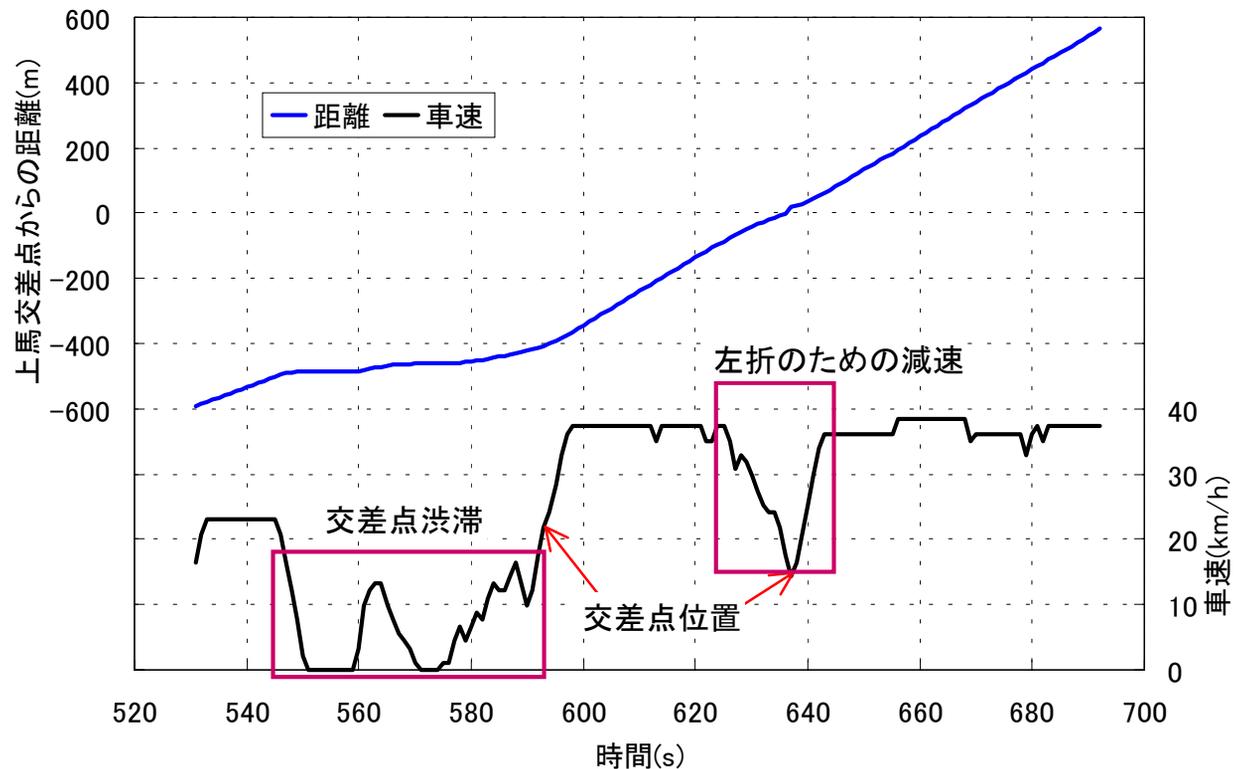
出力データ 1秒毎の個々の車両の位置・速度・加速度

1秒毎・各車両毎に以下の計算を実施している。

- ・車両発生 ネットワーク端より車両が流入
- ・車両移動 先行車の状態, 前方の信号現示, 停止線までの距離, 交差点内の対向車・歩行者の状態等を判断し, 自由走行・追従走行・停止・車線変更・右左折を行う。
- ・車両消去 ネットワーク端より車両が流出

交通シミュレーションの計算例－1

例として、図に示す経路を走行した車両について示す。

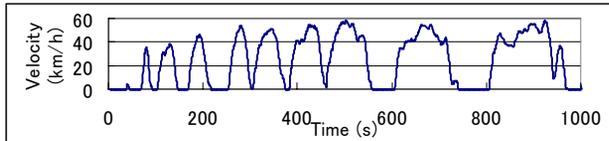


このように、各車両毎に1秒毎の位置・速度が算出される。

過渡排出係数の算出方法

ミクروسケール交通シミュレーション

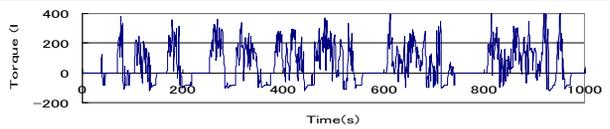
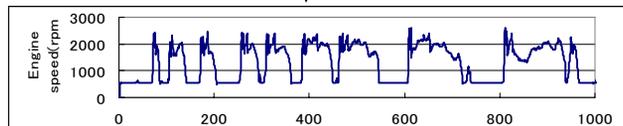
走行パターン



車両スペック

ギアシフトロジック

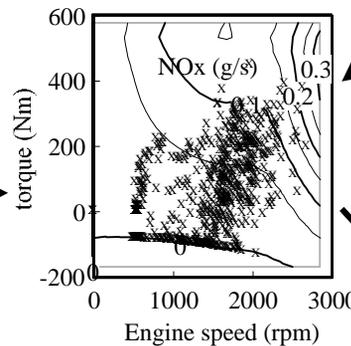
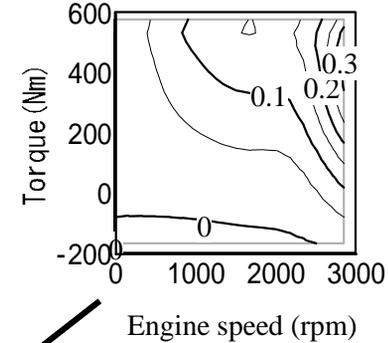
トルク



エンジン回転速度

排出ガス試験

排出ガスマップ

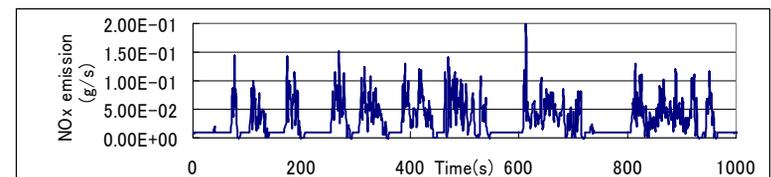


積算値の調整

(積算値をその平均速度に対応する環境省排出原単位の値と一致させる)

過渡排出係数

(時系列排出係数)



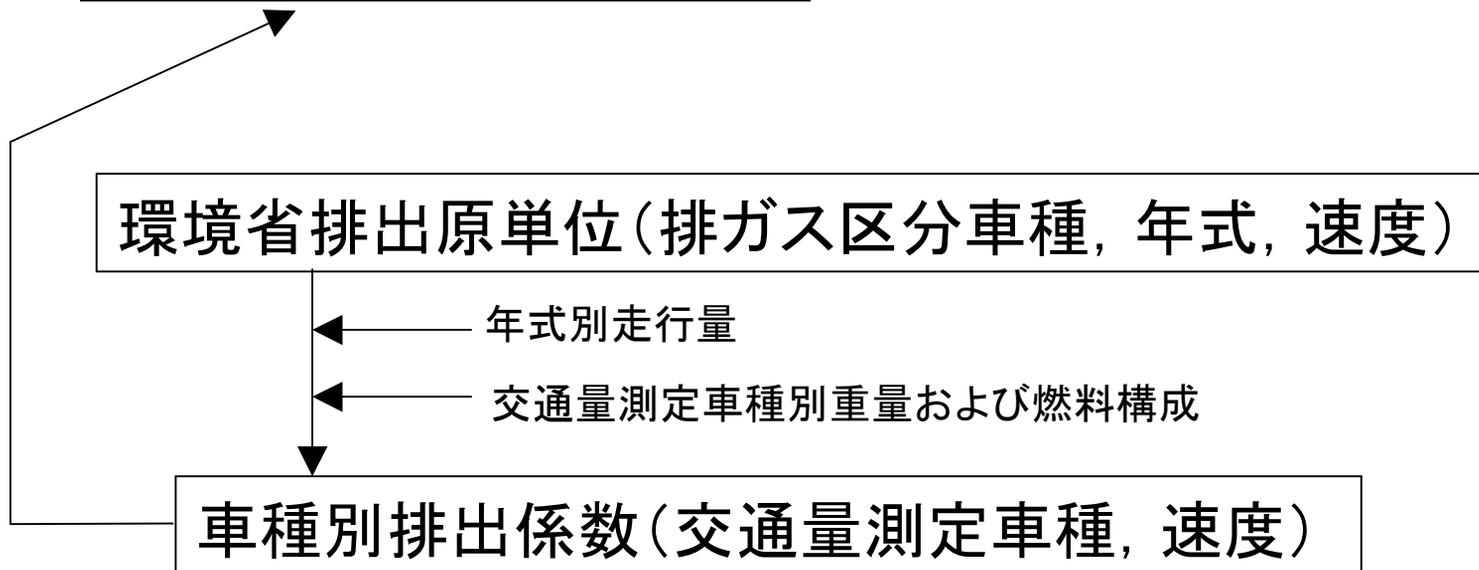
過渡排出係数の環境省データによる補正

対象車両すべてについて、排出ガスマップを作成することが困難であるため、代表的な排出ガスマップを用いて算出した過渡排出係数を、その積算値(g/km)が環境省排出原単位(g/km)と一致するよう補正を行う。

過渡排出係数(t) | 車種, 平均速度=V1

= 生の過渡排出係数(t) / $\sum_{t=1,N}$ 生の過渡排出係数(t) | 平均速度=V1

× 車種別排出係数(車種, 速度V1)



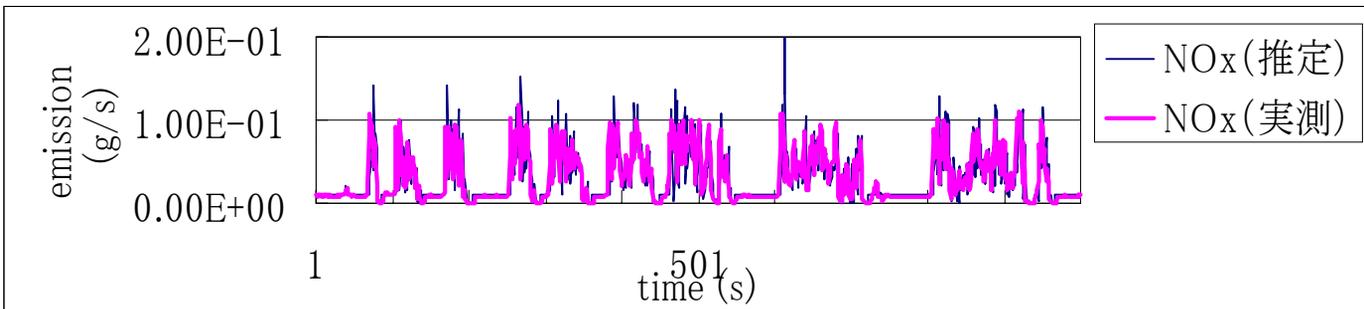
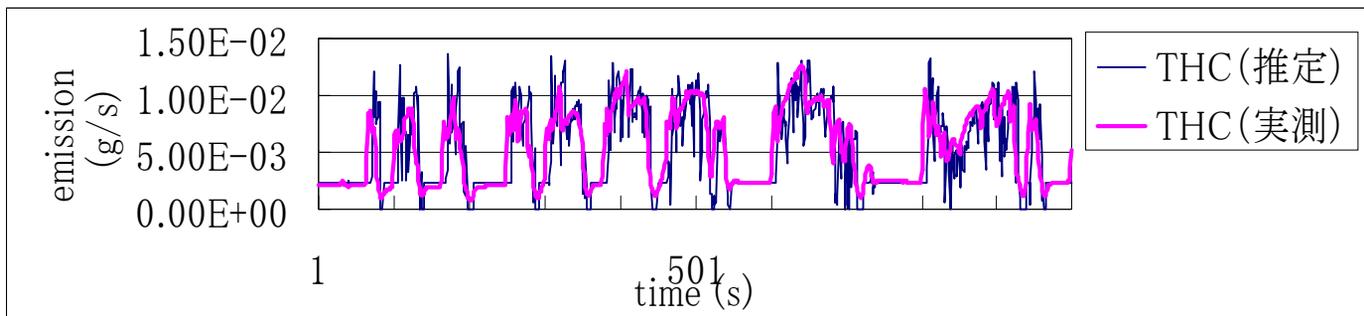
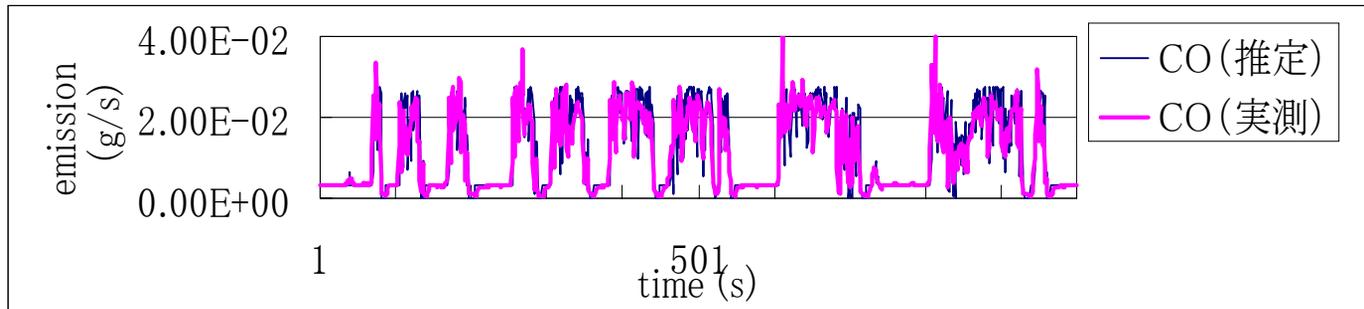
車種分類

7車種について、排出係数を設定

車種No.	車種	使用マップ
1	軽乗用	LD
2	乗用	LD
3	バス	HD
4	軽貨物	LD
5	小型貨物(含む貨客)	LD
6	普通貨物	HD
7	特種	HD

過渡排出係数の精度検証(時系列/HD)

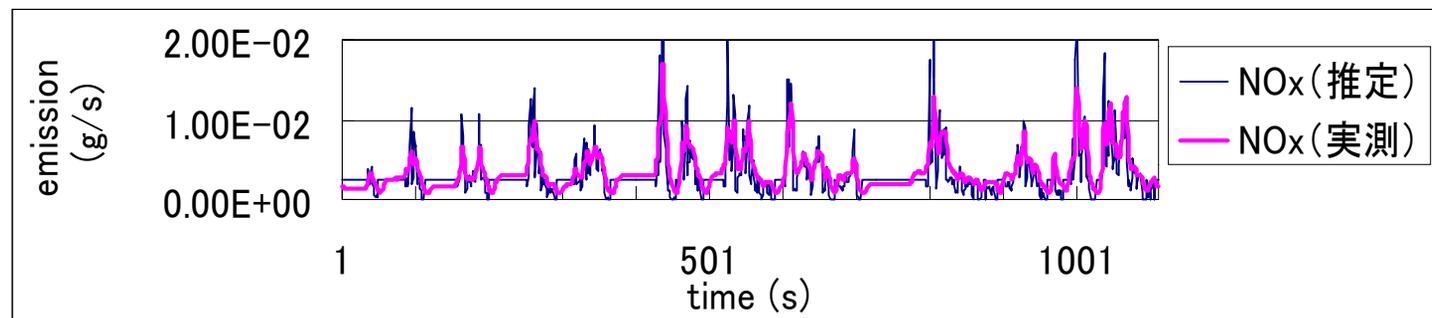
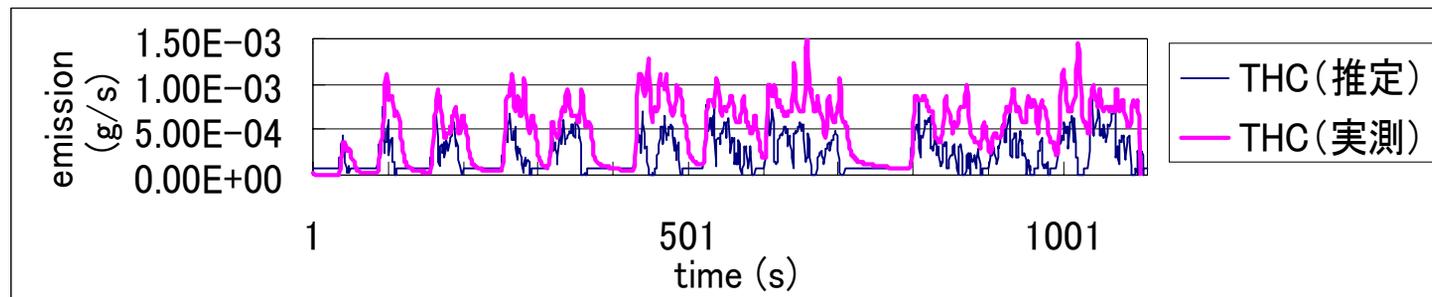
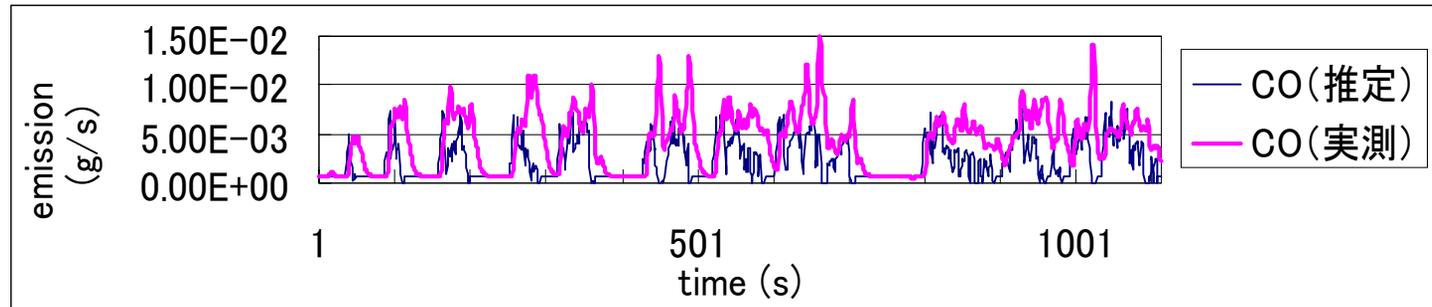
実測排出係数と推定値のプロファイルは良く合っている



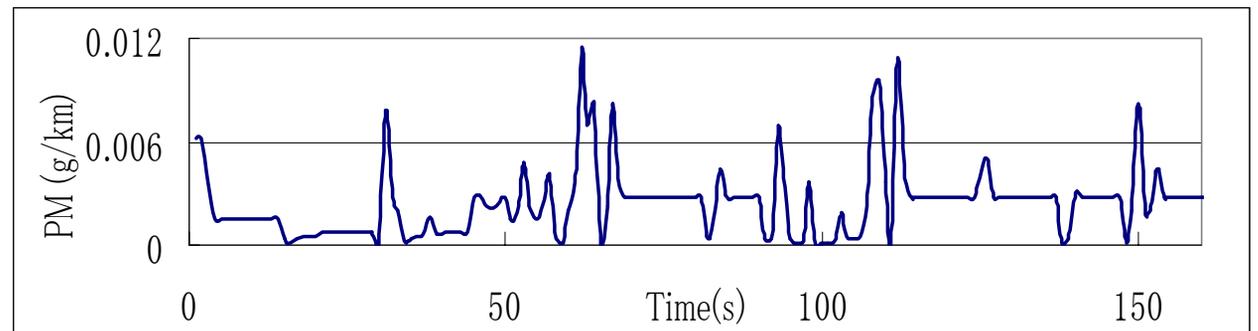
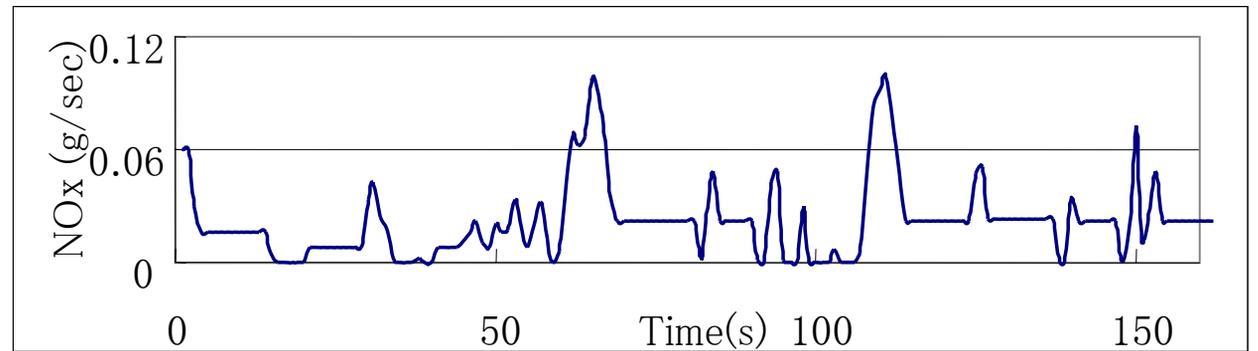
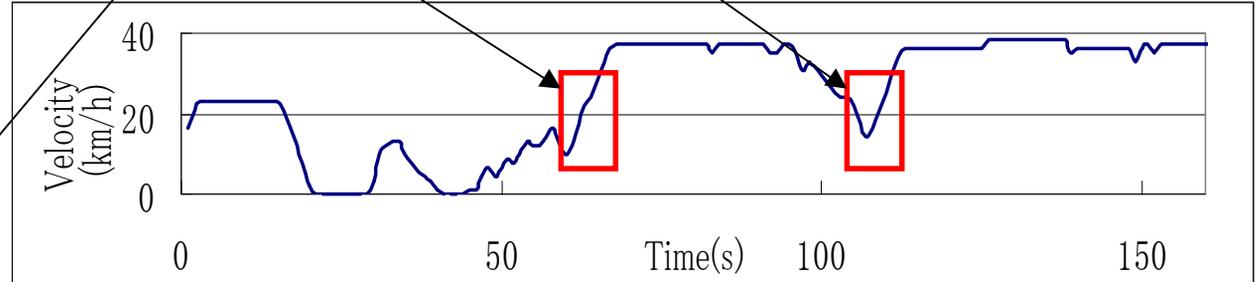
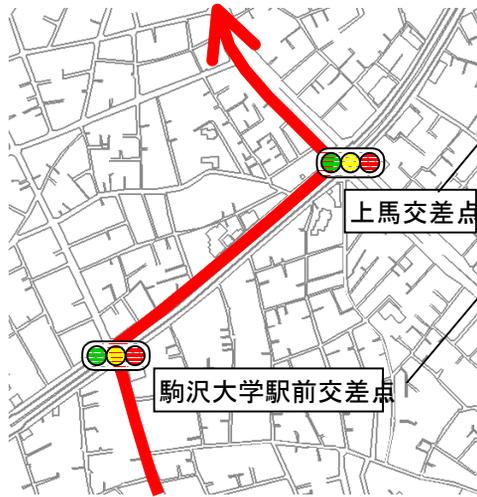
過渡排出係数の精度検証(時系列/LD)

実測排出係数と推定値のプロファイル

(1)NO_xは良く合っている. (2)THC,COは過小評価.

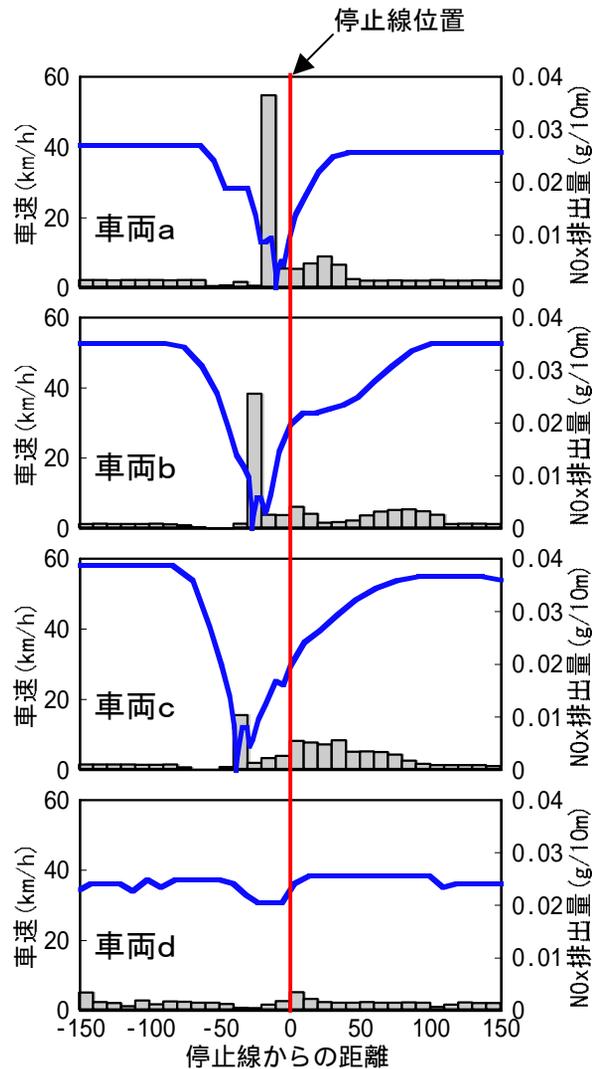


過渡排出係数の推計例(普通貨物車)



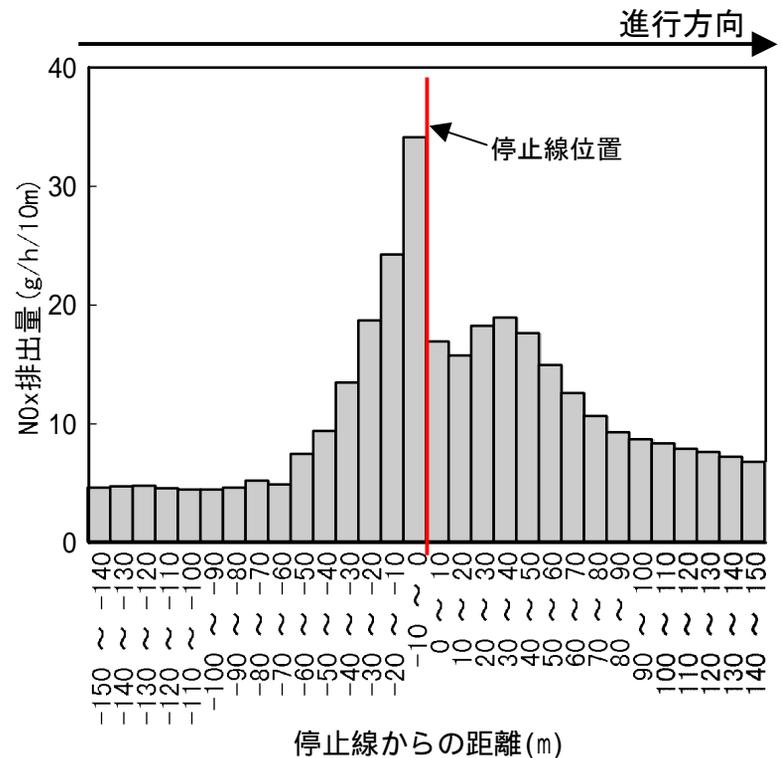
排出量の推計例

交差点前後のNO_x排出挙動



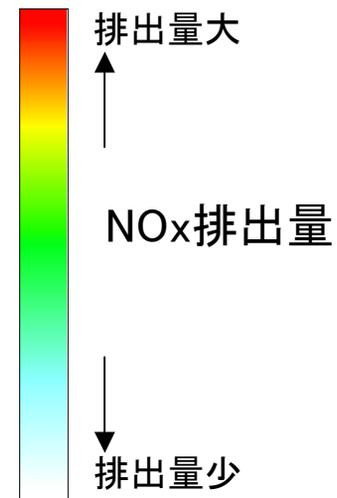
- 車両 a : 車列の前方に停車, 停止時間 55秒
- 車両 b : 車列の前方に停車, 停止時間 42秒
- 車両 c : 車列の後方に停車, 停止時間 14秒
- 車両 d : 停止することなく, 交差点を通過

1時間累積(全車種)



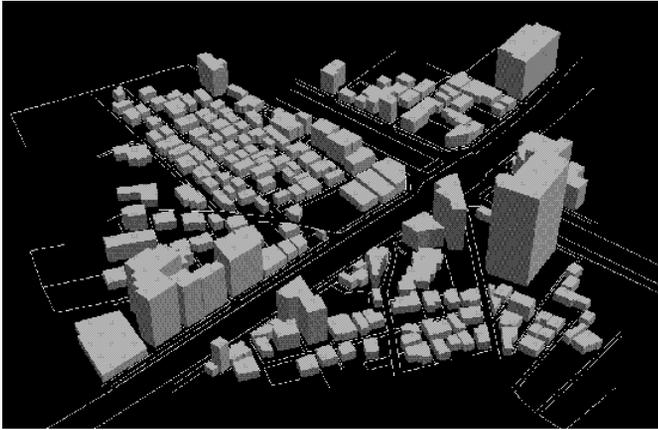
沿道におけるNO_x排出量推計結果

計算対象領域上の全車両のNO_x排出量分布

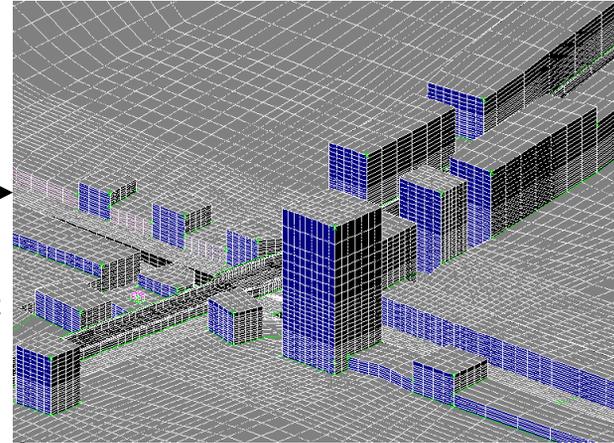


移流拡散計算

沿道形状データ



計算格子



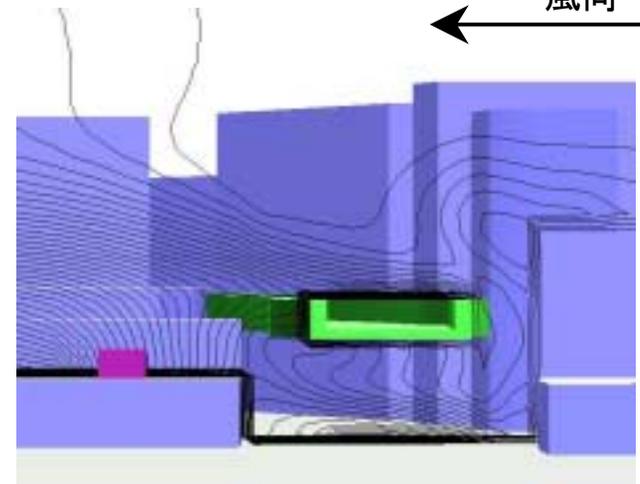
→
計算機リソースを考慮して、着目点近傍以外は単純化した計算格子を作成.

排出量データ



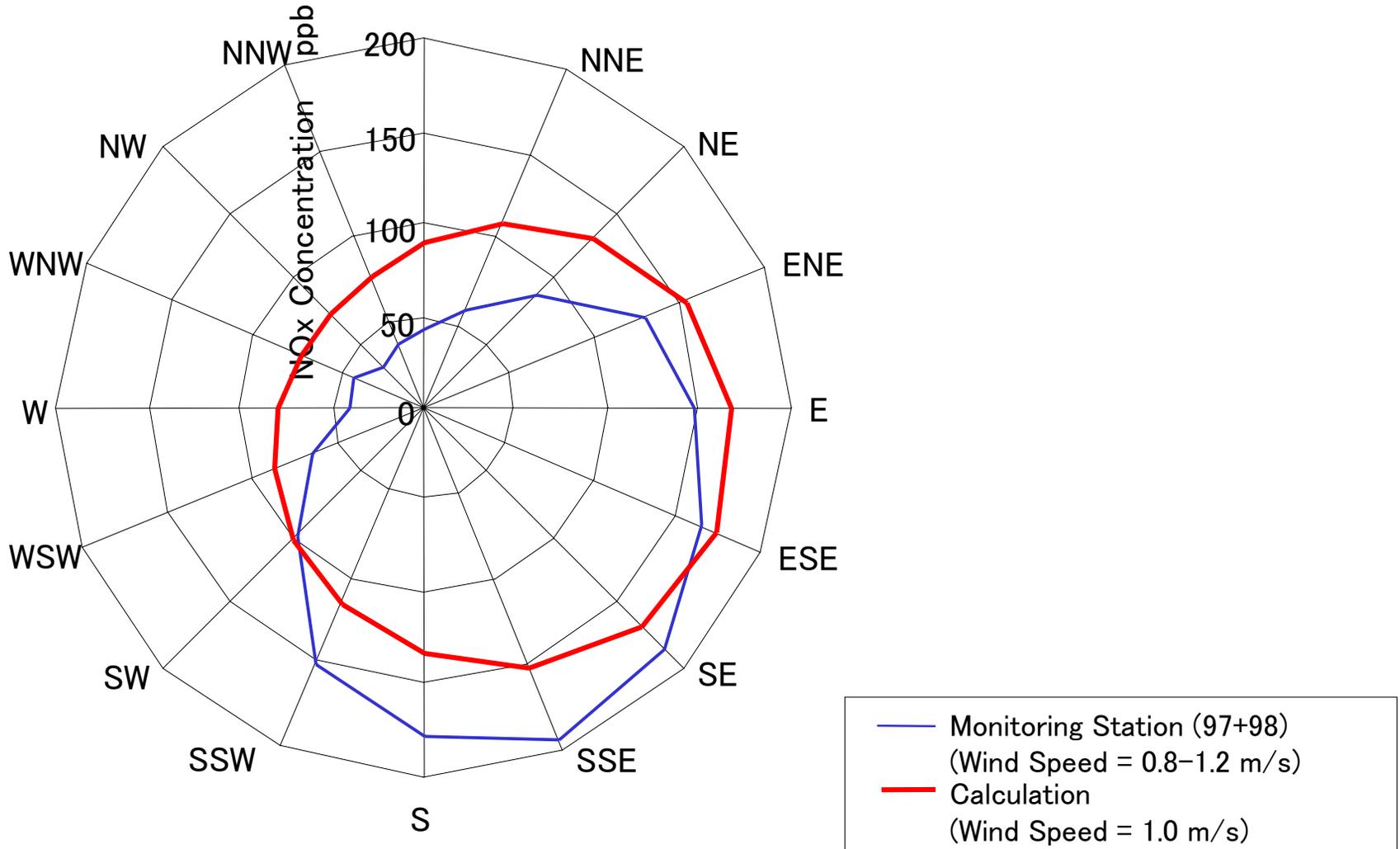
→
移流拡散モデル

濃度分布図



計算と観測値との比較

(自排局位置におけるNO_x濃度)



大気観測

◆ 大気観測の目的

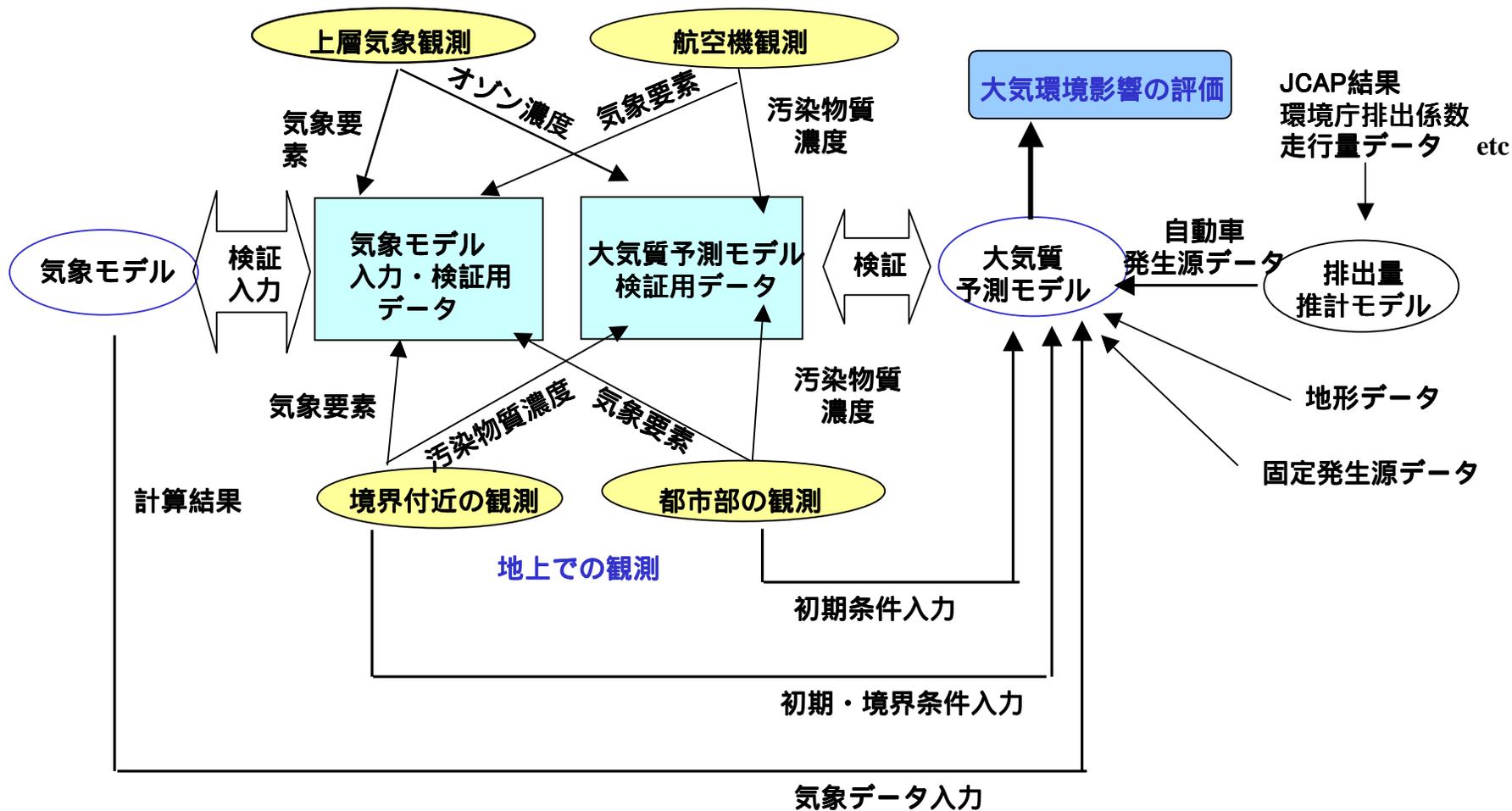
- 大気質予測モデルの予測性能の検証
- 大気質予測モデルの初期値、境界条件データの整備

◆ これまでの大気観測、フィールド実験

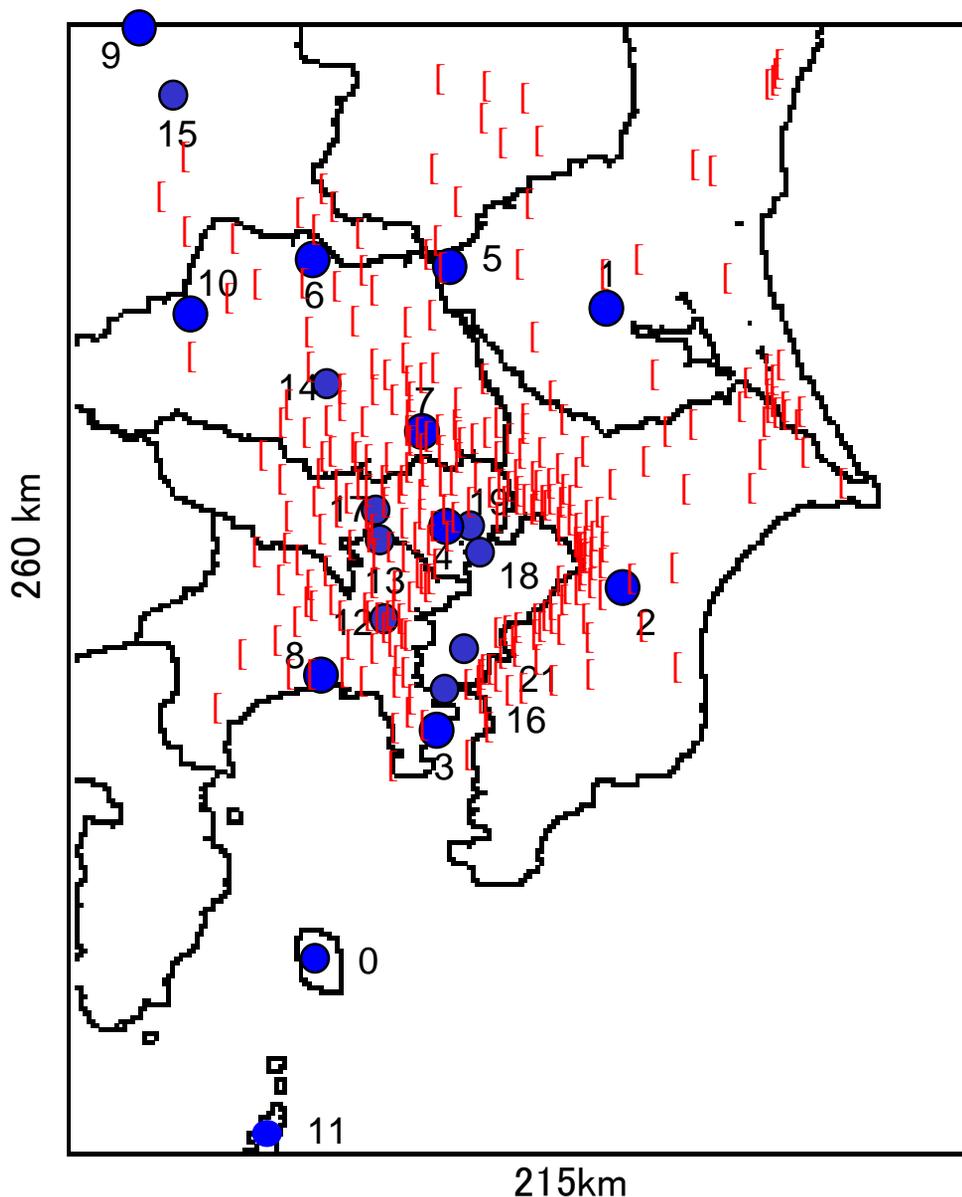
- 1999年夏期（関東平野における広域大気観測）
- 1999年初冬期（ 同上 ）
- 2000年春（上馬における拡散実験）
- 2000年夏期（関東平野における広域大気観測）
- 2000年初冬期（上馬における沿道大気観測）
- 2001年春（松原橋における拡散実験）

大気観測データの活用

鉛直方向の観測



広域大気観測の観測点



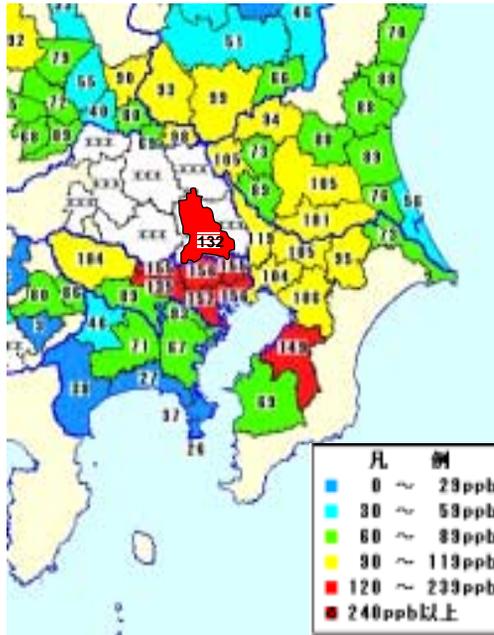
- : JCAP research point
- 0 Oshima (Air Port)
- 1 Tsukuba (JARI, NIES)
- 2 Chiba (ATRI)
- 3 Yokosuka (Nissan Research Center)
- 4 Kudan
- 5 Koga
- 6 Fukaya
- 7 Urawa (Saitama Univ)
- 8 Hiratsuka (Kanagawa Env. R. Inst)
- 9 Minakami
- 10 Joumine
- 11 Niijima

- : Other Laboratories' research point
- 12 Yamato
- 13 Komae (CRIEPI)
- 14 Kawashima
- 15 Akagi
- 16 Daini-Kaiho
- 17 Musashino (DKK Co.Ltd)
- 18 Ecchujima (Tokyo Univ. of Marcantile Marine)
- 19 Koutou (Tokyo Met. Res. Inst. for Env. Prot.)
- 20 Shinjuku (Tokyo Dylec Co. Ltd)
- 21 Umihotaru

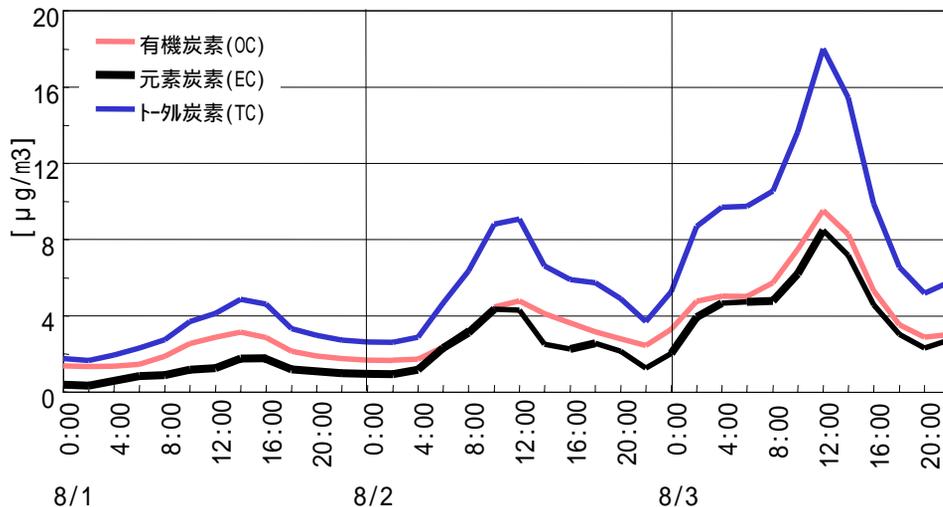
- [General Environment
Air Monitoring Stations

2000年夏期における観測結果の一例

- 光化学スモッグ注意報が発令
- オキシダント・粒子状物質ともに高濃度時のデータが取得された

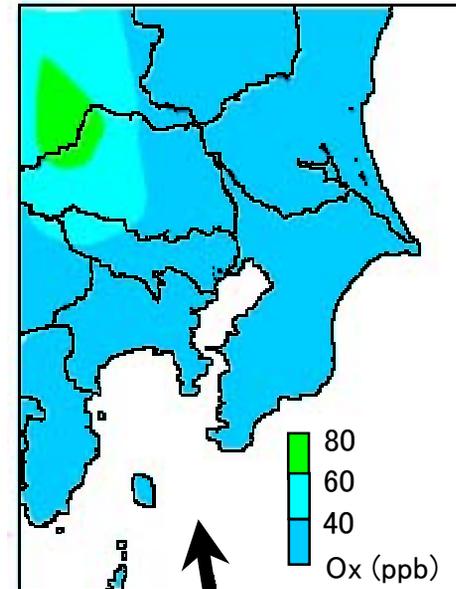


地上観測: 光化学オキシダント濃度 航空機観測: 視界の悪い上空



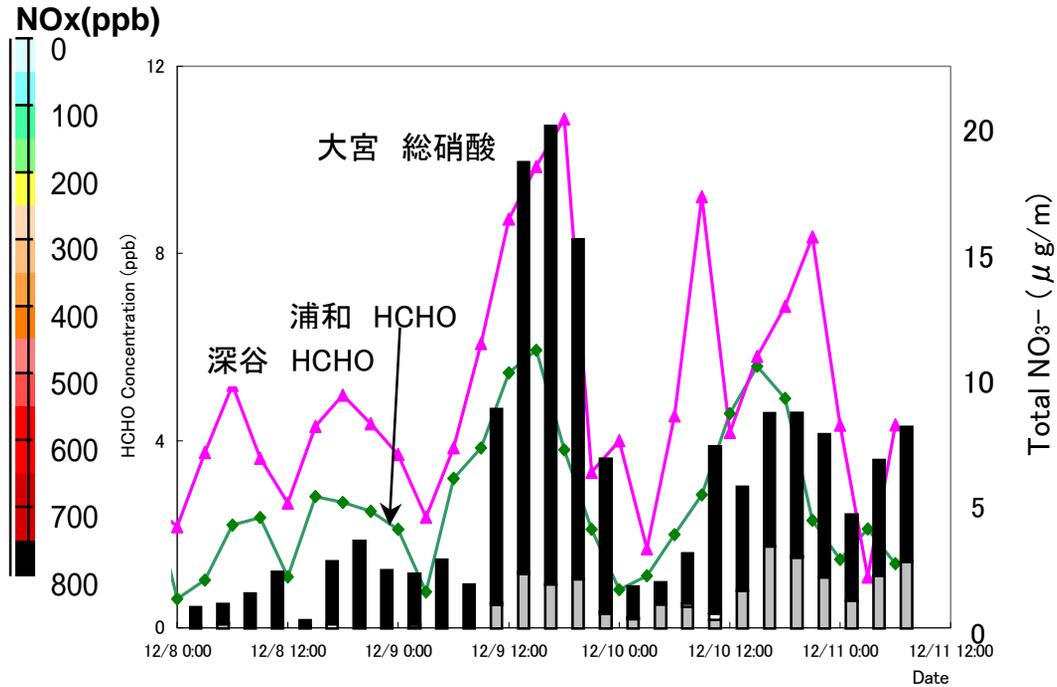
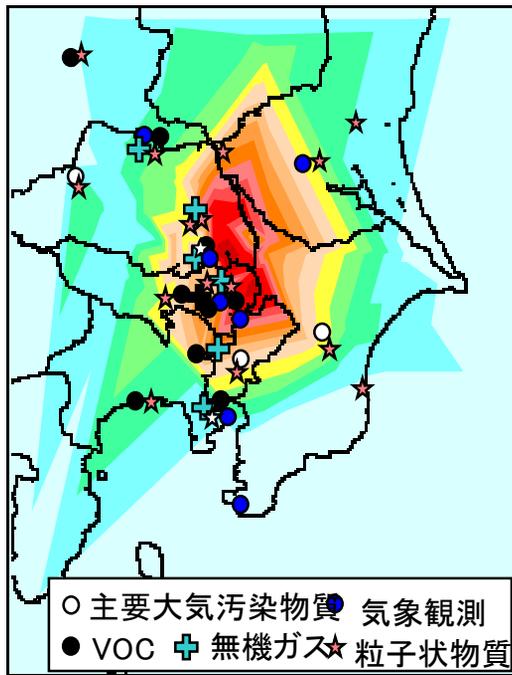
地上観測: 粒子中の炭素成分濃度

1999年の夏期大気観測



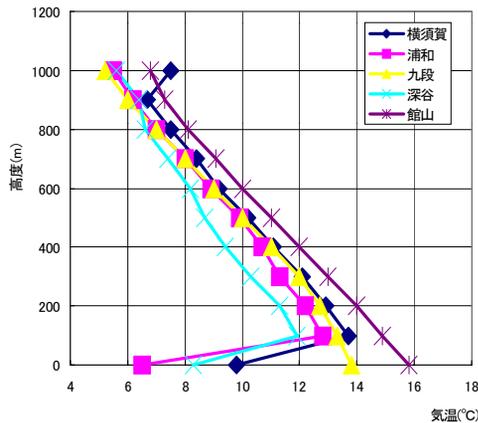
- 内陸でも上空2000mまで強い南風が入り込み非常に清浄な大気状態
- 二次生成物の生成はわずか

'99年冬期大気観測結果の一例



地上観測: 典型的な高濃度NO_x汚染 (21時)

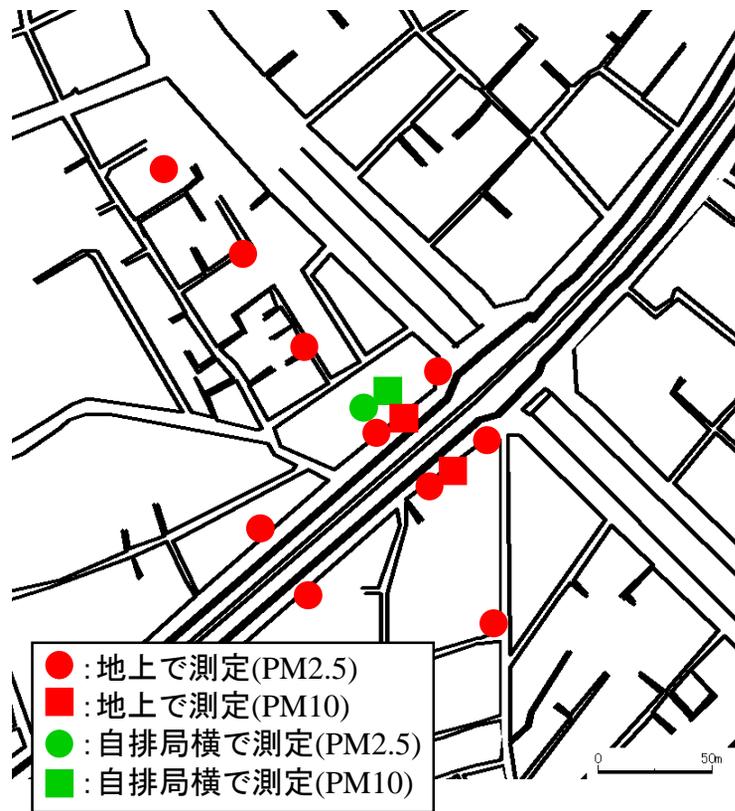
地上観測: アルデヒド濃度の上昇と二次粒子成分の増加



内陸に向かって、強い逆転層が発達するとともに、光化学反応で生成する、高濃度のHCHO, NO₃⁻を観測。典型的な、冬期汚染状況をとらえた。

上層気象観測: 内陸の強い逆転層の発達 (18時)

沿道大気観測 (PM2.5)



ミニボリュームサンプラー配置図



自排局位置では、地上と自排局位置とで測定を実施.

END